



TUGAS AKHIR - SB141510

PENINGKATAN MASA SIMPAN AKTIVATOR KOMPOS MELALUI VARIASI SUMBER NITROGEN

**ARIDA WAHYU BARSELIA
1512 100 047**

**Dosen Pembimbing:
Dr. techn. Endry Nugroho Prasetyo, MT.**

Jurusan Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - SB141510

ENHANCING COMPOST ACTIVATOR LIFE SPAN BY VARYING NITROGEN RESOURCES

ARIDA WAHYU BARSELIA
1512 100 047

Advisor Lecturer
Dr. techn. Endry Nugroho Prasetyo, MT.

Biology Department
Mathematic and Natural Science Faculty
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN MASA SIMPAN AKTIVATOR KOMPOS MELALUI VARIASI SUMBER NITROGEN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Jurusan S-1 Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ARIDA WAHYU BARSELIA
NRP. 1512 100 047

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. techn. Endry Nugroho P., M.T.....(Pembimbing 1)

Surabaya, 22 Januari 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. Dewi Hidayati, M.Si.
NIP. 19691121 199802 2 001

PENINGKATAN MASA SIMPAN AKTIVATOR KOMPOS MELALUI VARIASI SUMBER NITROGEN

Nama Mahasiswa : Arida Wahyu Barselia
NRP : 1512 100 047
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : Dr.techn. Endry Nugroho P., MT.

Abstrak

Kompos merupakan hasil degradasi bahan organik secara aerob maupun anaerob dengan memanfaatkan potensi mikroorganisme sebagai aktivator kompos. Kualitas aktivator kompos sangat tergantung dari kecepatan degradasi yang dimiliki dan lama masa simpannya. Medium pertumbuhan berpengaruh penting terhadap masa simpan aktivator kompos karena untuk mengoptimalkan viabilitas sel dalam waktu yang lama.

Salah satu komponen medium pertumbuhan adalah nitrogen berupa protein atau senyawa peptida yang dapat memengaruhi masa simpan (life span) aktivator kompos. Kompleksitas struktur protein menyebabkan pemanfaatan nitrogen untuk pertumbuhan juga berbeda, yang salah satunya berpengaruh terhadap masa simpan aktivator kompos.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh beberapa sumber nitrogen antara lain yeast extract, pepton, susu skim, dan rumput laut, yang berpotensi untuk meningkatkan masa simpan aktivator kompos.

Konsorsium aktivator kompos berupa Aspergillus niger dan Rhizobium sp. dengan perbandingan 1:1 dikultur pada medium variasi sumber nitrogen dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 2,5% dan 1,25% dengan 3 kali pengulangan. Jumlah koloni dihitung dengan metode TPC (Total Plate Agar), Kadar protein terlarut pada medium kultur dianalisis dengan metode Bradford. Hasil kultur aktivator kompos diaplikasikan untuk pembuatan kompos. Data dianalisis secara deskriptif berupa kurva

pertumbuhan koloni, kemiringan kurva pertumbuhan aktivator kompos, kadar protein terlarut, suhu kompos, dan tabel analisis rasio C/N. Hasil penelitian didapatkan bahwa medium rumput laut konsentrasi 1,25% mampu meningkatkan masa simpan aktivator kompos karena hasil kemiringan kurva pertumbuhan relatif rendah sehingga diasumsikan jumlah sel yang cenderung stabil. Sedangkan nilai rasio C/N terbaik adalah aktivator kompos pada medium rumput laut konsentrasi 1,25% karena nilai yang didapatkan sebesar 14,15/1. Sehingga medium rumput laut konsentrasi 1,25% dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan masa simpan aktivator kompos.

Kata kunci: aktivator kompos, masa simpan, variasi sumber nitrogen.

ENHANCING COMPOST ACTIVATOR LIFE SPAN BY VARYING RESOURCES OF NITROGEN

Student Name : Arida Wahyu Barselia
NRP : 1512 100 047
Departement : Biology FMIPA ITS
Supervisor : Dr. techn. Endry Nugroho P., MT.

Abstract

Compost is an aerobic or anaerobic organic material degradation using microorganism as compost activator. Microorganism has hydrolisis enzim to accelerate composting process for degrade organic material. Quality of compost activator depend on organic degradation time and the life span of compost activator. The life span of compost activator was influenced of growth medium to optimize cell viability.

Main component of growth medium is protein which contain nitrogen sources and has role for compost activator's life span. Complexity of protein structure causes difference time to utilize it, thus this mechanism can enhance activator compost life span.

Therefore, enhacing compost activator can be optimized by varying nitrogen sources, such as pepton, yeast extract, skim milk, and seaweed. This research aimed at ascertaining nitrogen sources has role to influence life span of compost activator and the activity of compost activator can be improve by composting process.

The ratio of compost activator consortium is 1:1 consist of *Aspergillus niger* and *Rhizobium* sp. Consortium is cultured into variation nitrogen sources medium by different concentration, 2,5% and 1,25% and repeated in 3 times. Total colony is measured by TPC method in 6 dillutions. The protein content was measured by using Bradford method. Then the activator compost is applied for making compost from leaves waste as the organic material. The degradation activity of compost activator is analyzed by C/N ratio. The data of this research is analyzed in

descriptive by arrange colony growth curve, slope of activator compost growth, protein content, temperature of compost, and table of C/N ratio. Based on the research, the best medium for enhancing activator compost life span is seaweed concentration 1,25% because the slope analyze was low than the other and it was assumed that cell total was stable based on the death phase was low. Besides, seaweed was easily to maintain for making medium growth of compost activator and cheap. Then, the best activator compost for C/N ratio was determined in seaweed medium with the result was 14,15/1.

Keywords : compost activator, life span, variation nitrogen resources.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **Peningkatan Waktu Simpan Aktivator Kompos Melalui Variasi Sumber Nitrogen**. Penelitian ini dilakukan mulai bulan 12 Oktober 2015 – 31 Desember 2015. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata 1 (S1) pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini telah melibatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. techn. Endry Nugroho Prasetyo, M.T. selaku pembimbing, Ibu Kristanti Indah Purwani, S. Si., M.Si dan Ibu Ir. Sri Nurhatika, M.P. selaku tim penguji serta Ibu Maharani Pertiwi Koentjoro, S.Si., M. Biotech yang telah memberi masukan dan saran. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada ayahanda H. Sarbini, ibunda Siti Astutik, dan adik-adik atas segala doa restu dan kasih sayangnya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kasih atas bantuan dan dukungan teman-teman angkatan 2012, dan seluruh pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada proposal ini sehingga saran dan kritik dapat membantu untuk menyempurnakan proposal ini. Namun, penulis berharap bahwa proposal ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan yang luas bagi semua pihak.

Surabaya, 12 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kompos	5
2.2 Korelasi Aktivitas Aktivator Kompos dan Rasio C/N Kompos	6
2.3 Potensi Aktivator Kompos	7
2.3.1 <i>Rhizobium</i> sp	8
2.3.2 <i>Aspergillus niger</i>	9
2.4 Nutrisi Pertumbuhan Aktivator Kompos	10
2.5 Potensi Variasi Sumber Nitrogen	11
2.5.1 Pepton	12
2.5.2 <i>Yeast Extract</i>	12
2.5.3 Susu Skim	12
2.5.4 Rumput Laut	13
2.6 Masa Simpan Aktivator Kompos	14

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Metode yang Digunakan	15
3.2.1 Preparasi Konsorisum Aktivator Kompos.....	15
3.2.2 Kultur Konsorisum Pada Medium Cair	16
3.2.3 Pembuatan Medium Variasi Sumber Nitrogen ..	16
3.2.4 Perhitungan Koloni Mikroba.....	17
3.2.5 Pembuatan Kompos dengan Aktivator Kompos	17
3.2.6 Analisis Kandungan C/N	18
3.2.7 Pengukuran Kadar Protein Terlarut.....	19
3.3 Rancangan penelitian	20
3.3.1 Penyusunan, Pengolahan, dan Analisis Data	21

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHSAN

4.1 Viabilitas Aktivator Kompos.....	23
4.2 Pembuatan Kompos dengan Variasi Aktivator Kompos.....	27
4.3 Rasio C/N Kompos Organik	29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31

DAFTAR PUSTAKA	33
----------------------	----

LAMPIRAN.....	45
---------------	----

BIODATA PENULIS.....	73
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Kompos Sampah Organik.....	5
Gambar 2.2	<i>Rhizobium</i> sp.....	8
Gambar 2.3	<i>Aspergillus niger</i>	10
Gambar 2.4	Rumput Laut.....	13
Gambar 3.1	Jumlah Sel Aktivator Kompos dan Kadar Protein Terlarut.....	23
Gambar 3.2	Grafik Temperatur Kompos.....	23
Gambar 4.1	Jumlah Sel Aktivator Kompos dan Kadar Protein Terlarut.....	26
Gambar 4.2	Variasi medium Sumber Nitrogen.	28
Gambar 4.3	Kompos dengan Variasi Aktivator Kompos.....	29
Gambar 4.4	Hasil Pengukuran Suhu Kompos	30

Tabel 3.1	Tabel Pertumbuhan Aktivator Kompos.....	22
Tabel 3.2	Tabel Kadar Protein Terlarut.....	22
Tabel 4.1	Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos.....	25
Tabel 4.2	Rasio C/N Kompos Sampah Pertanian.	29

DAFTAR LAMPIRAN

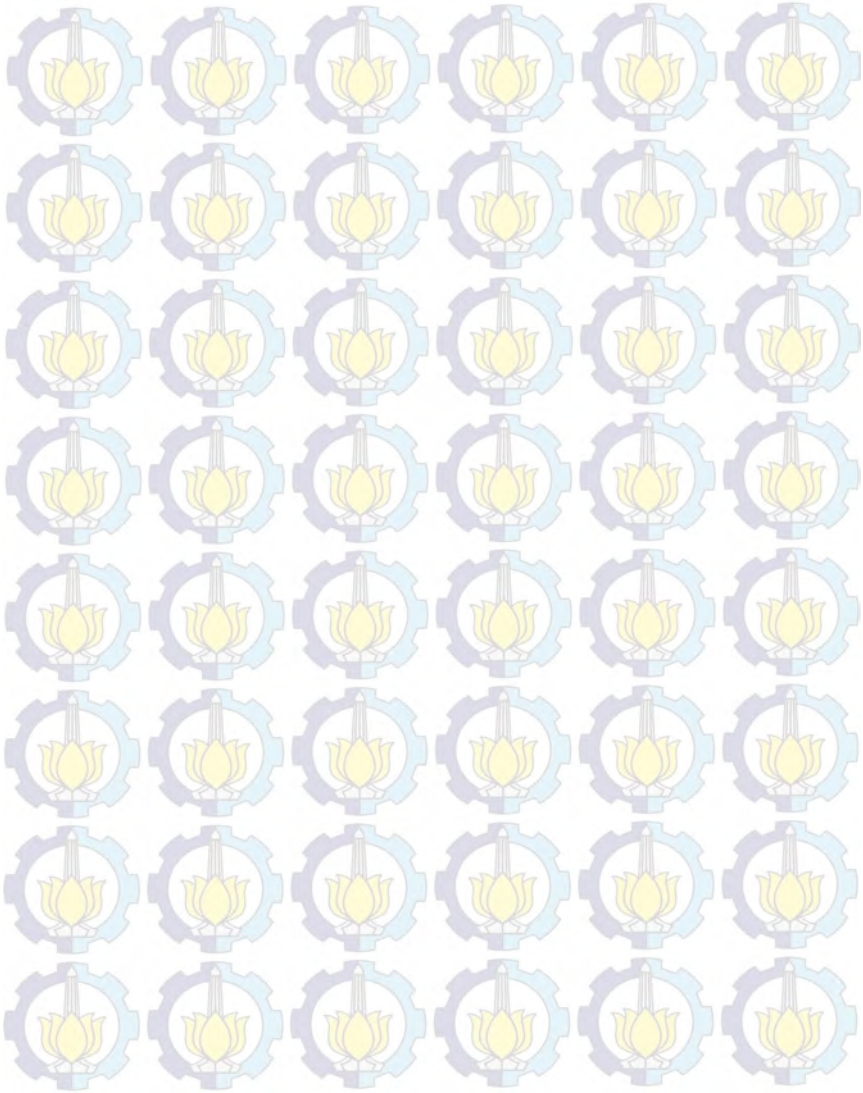
Halaman

Lampiran 1:	Skema Penelitian.....	45
Lampiran 2:	Media <i>Nutrient Agar</i> (NA).....	47
Lampiran 3:	Minimal Medium.....	48
Lampiran 4:	Penambahan Variasi Sumber Nitrogen.....	49
Lampiran 5:	Pembuatan Kurva Standar.....	50
Lampiran 6:	Kurva Standar Bovine Serum Albumin.....	51
Lampiran 7:	Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos.....	52
Lampiran 8:	Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada pepton 1,25% dan 2,5%.....	53
Lampiran 9:	Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada <i>yeast extract</i> 1,25% dan 2,5%.....	54
Lampiran 10:	Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada susu skim 1,25% dan 2,5%.....	55
Lampiran 11:	Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Rumput Laut 1,25% dan 2,5%.....	56

Lampiran 12:	Tabel Rekapitulasi Jumlah sel/mL Konsentrasi 1,25% dan 2,5%.....	57
Lampiran 13:	Tabel Kadar Protein Pepton dan <i>Yeast Extract</i>	58
Lampiran 14:	Tabel Kadar Protein Susu Skim dan Rumput Laut.....	59
Lampiran 15:	Gambar Pembuatan Medium Variasi Sumber Nitrogen.....	61
Lampiran 16:	Pembuatan Konsorsium Aktivator Kompos.....	62
Lampiran 17:	Perhitungan Jumlah Konsorisum Metode TPC.....	63
Lampiran 18:	Ekstraksi Protein.....	64
Lampiran 19:	Pengukuran Kadar Protein (Uji Bradford).....	65
Lampiran 20:	Pembuatan Pupuk Kompos dan Pengukuran Suhu Kompos.....	66
Lampiran 21:	Pengukuran Rasio C/N.....	67

Lampiran 22:	Perhitungan <i>Total Plate Count</i> 10 ⁶ CFU/mL.....	68
Lampiran 23:	Perhitungan <i>Total Plate Count</i> 10 ⁶ CFU/mL.....	69
Lampiran 24:	Pupuk Kompos Hari ke-3.....	70
Lampiran 25:	Hasil Kompos Selama 10 Hari..	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kompos merupakan hasil degradasi bahan berbasis molekul organik yang melibatkan mikroorganisme termofilik aerobik dan anaerobik melalui proses oksidasi secara eksotermal (Alberquerque *et al.*, 2009; Fourti *et al.*, 2010; Kumar *et al.*, 2008;). Kompos mengandung material humus (unsur N,P,K) yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Alberquerque *et al.*, 2009; Gharib *et al.*, 2008). Komponen penting yang diperlukan dalam pembuatan kompos antara lain substrat dan mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok bakteri mesofilik, termofilik, fungi, dan yeast (Li *et al.*, 2014; Petric *et al.*, 2007).

Proses pembuatan kompos membutuhkan mikroorganisme yang mampu melakukan degradasi bahan organik dengan menghasilkan berbagai macam enzim hidrolisis (Kumar *et al.*, 2008; Kstates, 2015; Kovacs *et al.*, 2011). Proses komposting dapat dipercepat dengan penambahan aktivator berupa konsorsium mikroba yang memiliki fungsi sinergis dalam mendegradasi substrat. Konsorsium mikroorganisme tersebut pada umumnya terdiri dari golongan bakteri dan fungi yaitu kelompok *Acetobacter* sp., *Rhizobium* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., dan *Aspergillus* sp. (Gharib *et al.*, 2008; Partanen *et al.*, 2010 ; Espiritu, 2011). Pada saat ini, aktivator kompos telah banyak dikomersialkan yaitu dengan nama dagang misalnya EM4, Superdec, Orgadec, dan lain-lain (Sriharti *et al.*, 2008). Kualitasnya aktivator kompos sangat tergantung dari kecepatan degradasi yang dimiliki dan lama masa simpannya (Isroi, 2004).

Masa simpan (*life span*) aktivator merupakan lama waktu viabilitas konsorsium mikrobial yang bisa hidup pada kondisi tertentu (Skinner *et al.*, 2010). Peningkatan waktu simpan aktivator kompos bertujuan untuk mengoptimalkan viabilitas sel dalam waktu yang lama dengan menjaga kestabilan genetik

dan mengurangi aktivitas metabolisme (Delalibera *et al.*, 2004; Romano, 1998; Uzunova *et al.*, 2005). Peningkatan masa simpan aktivator kompos terjadi ketika sel mengalami kondisi dorman yaitu diawali dengan produksi ppGpp (nukleotida guanosin 3'-5'-bifosfat) yang berperan dalam memodulasi aktivitas ribosom pada proses sintesis protein (Mukherjee *et al.*, 1998; Dworkin *et al.*, 2010; Maisonneuve *et al.*, 2014). Kondisi ini akan mengakibatkan sel berhenti melakukan pertumbuhan dan melakukan perubahan struktur morfologi berupa pembentukan endospora serta perubahan struktur miselium (Mukherjee, 1998).

Medium pertumbuhan mikroorganisme berperan penting dalam pengaturan masa simpan sel untuk jangka waktu yang lama (Hubalek, 2003; Uzunova, 2005; Franca *et al.*, 2013; Bhattad, 2012). Salah satu komponen medium pertumbuhan adalah nitrogen berupa protein atau senyawa peptida yang dapat memengaruhi masa simpan aktivator kompos (Ooi *et al.*, 2008). Kompleksitas struktur protein menyebabkan pemanfaatan nitrogen untuk pertumbuhan juga berbeda, yang salah satunya berpengaruh terhadap masa simpan aktivator kompos (Uzeh *et al.*, 2006; Ravimannan *et al.*, 2014). Peningkatan masa simpan (*life span*) dengan variasi sumber protein belum banyak dipelajari pada saat ini, sehingga penelitian ini menguji beberapa sumber nitrogen antara lain *yeast extract*, pepton, susu skim, dan rumput laut, yang berpotensi untuk meningkatkan masa simpan aktivator kompos selama 2 bulan (Dawson, 2001; Uzeh *et al.*, 2006; Caudle, 2005; Matanjun *et al.*, 2008; Arulanantham *et al.*, 2012; Ravimannan *et al.*, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Aktivator kompos memerlukan masa simpan yang lama sehingga penelitian ini dirumuskan masalah mengenai bagaimana meningkatkan masa simpan aktivator kompos.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Formula medium variasi sumber nitrogen dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 2,5% dan 1,25%.
2. Komposisi aktivator kompos terdiri dari jamur *Aspergillus niger* dan bakteri *Rhizobium* sp.
3. Bahan baku pupuk kompos adalah sampah pertanian.

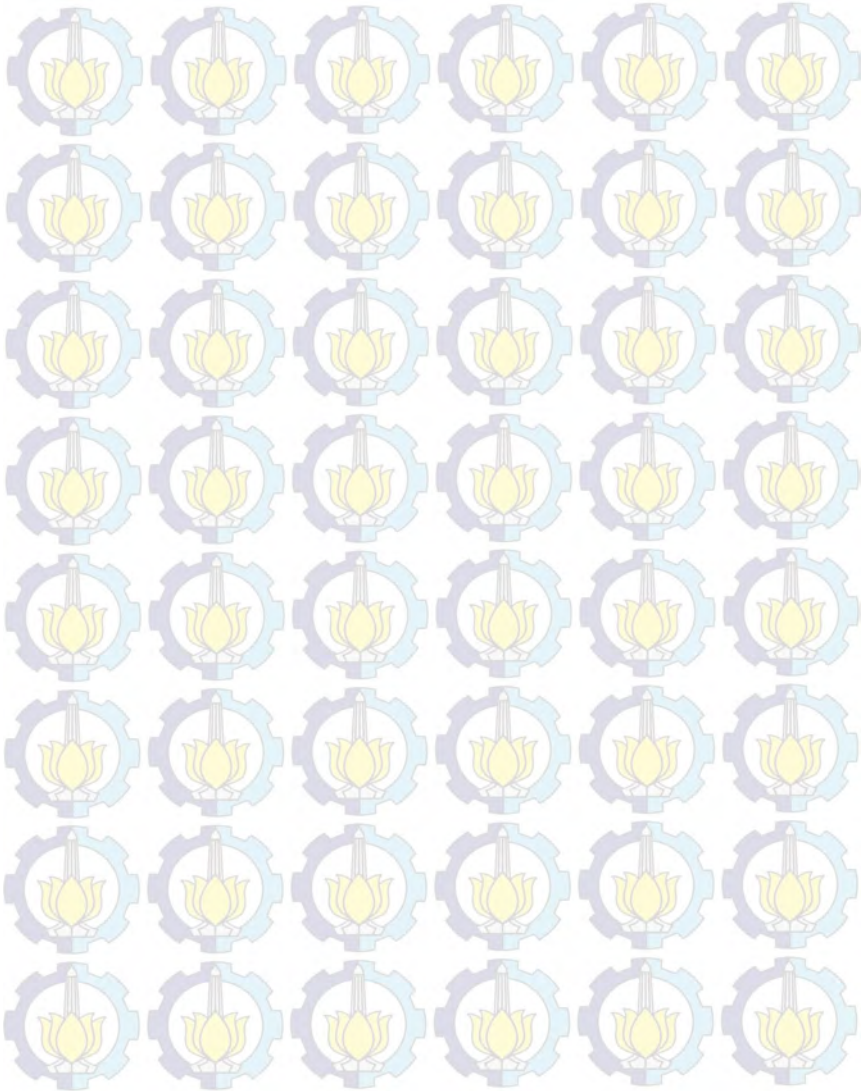
1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh beberapa sumber nitrogen antara lain *yeast extract*, pepton, susu skim, dan rumput laut yang berpotensi untuk meningkatkan masa simpan aktivator kompos.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan masa simpan aktivator kompos sehingga pupuk yang dihasilkan lebih baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompos

Kompos merupakan hasil degradasi bahan organik secara aerobik maupun anaerobik dengan melibatkan mikroorganisme berupa bakteri, fungi, dan *yeast* (Espiritu, 2008; Partanen *et al.*, 2010). Degradasi bahan organik akan menghasilkan beberapa senyawa antara lain karbon, nitrogen, fosfat, dan sulfur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian (Albuquerque, 2009; Varma *et al.*, 2014). Kompos mampu menyediakan nutrisi yang penting untuk komponen pertumbuhan tanaman dan berimplikasi terhadap kesuburan tanah (Zhen *et al.*, 2014). Proses pembuatan kompos merupakan metode alternatif untuk mengurangi volume sampah organik di lingkungan dan mampu memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman (Partanen *et al.*, 2010). Gambar 2.1 menunjukkan hasil kompos organik.



Gambar 2.1 Kompos Sampah Organik (Ching *et al.*, 2013).

Komponen utama kompos adalah berupa bahan organik dan mikroorganisme yang berfungsi dalam mempercepat proses degradasi (Petric *et al.*, 2007). Bahan organik yang umum digunakan sebagai kompos adalah kotoran hewan ternak, sampah

daun, dan sampah pertanian (Brinton *et al.*, 2012; Camps, 2015). Sampah pertanian terdiri dari sampah sayuran, daun, maupun buah yang memiliki potensi sebagai bahan baku kompos karena mudah didegradasi oleh mikroorganisme (Abdullah *et al.*, 2013). Mikroorganisme yang berperan dalam meningkatkan proses komposting disebut sebagai aktivator kompos (Kstates, 2015). Mikroorganisme memiliki enzim hidrolisis untuk melakukan proses degradasi materi organik (Bansal *et al.*, 2011). Selain itu, proses pembuatan kompos melibatkan berbagai faktor yang dapat memengaruhi hasil akhir produksi kompos meliputi kandungan oksigen, komposisi bahan baku, kelembaban, pH, dan suhu (Ching *et al.*, 2013; Partanen *et al.*, 2010). Pada umumnya, parameter penting yang digunakan untuk menentukan kualitas kompos adalah analisis rasio C/N kompos dan suhu kompos (Abdullah *et al.*, 2013; Ching *et al.*, 2013; Meenambal *et al.*, 2003).

2.2 Korelasi Aktivitas Aktivator Kompos dan Rasio C/N Kompos

Analisis rasio C/N melibatkan perbandingan dua komponen (karbon dan nitrogen) yang digunakan oleh mikroba untuk melakukan sintesis sel dan menghasilkan energi (Djuarnani, 2005). Analisis karbon merupakan hasil degradasi senyawa organik menjadi energi dan CO₂ melalui aktivitas oksidasi mikroorganisme (Hadisumarto, 1992). Hasil sisa metabolisme karbon disimpan di dinding sel, protoplasma, dan cadangan makanan (Ismayana *et al.*, 2012). Sedangkan nitrogen digunakan oleh aktivator kompos dalam jumlah yang sedikit untuk proses sintesis protoplasma (Richard *et al.*, 2001; Djuarnani, 2005).

Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 10-20 karena mikroorganisme mendapatkan cukup karbon untuk energi dan nitrogen untuk sintesis protein (SNI, 2004; Richard *et al.*, 2001; Chang *et al.* 2006). Selama proses komposting akan terjadi perubahan karbon menjadi CO₂ sehingga mengakibatkan rasio C/N dapat turun mencapai rasio 10/1 (Richard *et al.*, 2001). Sedangkan penurunan unsur karbon (C)

disebabkan senyawa karbon organik yang digunakan sebagai sumber energi bagi organisme mengalami konversi menjadi CO₂ (Touratier *et al.*, 1999). Penurunan rasio tersebut menunjukkan bahwa bahan organik sudah terdekomposisi dan telah menjadi kompos (Ismayana *et al.*, 2012).

Rasio C/N memengaruhi aktivitas dekomposisi mikroorganisme terhadap materi organik pada kompos (Ge *et al.*, 2013). Rasio C/N yang tinggi mengakibatkan aktivitas mikroba untuk melakukan sintesis protein rendah karena kandungan nitrogen sedikit dan bahan organik belum terdekomposisi sempurna (Mlangeni *et al.*, 2013; Darlington, 2010). Namun, nilai C/N kompos yang semakin rendah menunjukkan terjadinya peningkatan kadar nitrogen yang disebabkan penguraian protein menjadi asam amino (Richard *et al.*, 2001). Asam amino mengalami amonifikasi menghasilkan ammonium yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat (Mlangeni *et al.*, 2013). Rumusan perhitungan kadar C/N adalah sebagai berikut (Richard *et al.*, 2001).

$$\%C = \%N \times C/N$$

2.3 Potensi Aktivator Kompos

Aktivator kompos merupakan konsorsium mikroorganisme yang mampu meningkatkan proses degradasi materi organik untuk menghasilkan kompos (Varma *et al.*, 2014; Neeraj *et al.*, 2009). Konsorsium mikroba berupa sekumpulan mikroba, terdiri dari bakteri, fungi, atau *yeast* yang bekerja sama secara sinergis untuk mendegradasi substrat (Chang *et al.*, 2006).

Keuntungan memanfaatkan konsorsium aktivator kompos adalah terjadi degradasi materi organik secara berurutan karena konsorsium dapat menghasilkan enzim atau zat yang dibutuhkan dalam meningkatkan laju degradasi substrat secara keseluruhan (Prastiwi, 2006). Konsorsium aktivator kompos tersebut mampu meningkatkan proses degradasi substrat secara efektif (Dewi *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan melibatkan konsorsium bakteri *Rhizobium* sp. dan fungi *Aspegillus niger* sebagai

aktivator kompos. Proses penguraian bahan organik oleh aktivator kompos adalah sebagai berikut (Dewi *et al.*, 2012).

Bahan organik + O₂ ---> H₂O + CO₂ + hara + humus + energi

2.3.1 *Rhizobium* sp.

Rhizobium sp. merupakan kelompok bakteri α -proteobacteria yang memiliki kemampuan untuk fiksasi nitrogen bebas dan melakukan asosiasi dengan tanaman legum (Ghosh *et al.*, 2015). Enzim hidrolisis yang dihasilkan oleh bakteri *Rhizobium* sp. mampu mendegradasi substrat berupa karbohidrat maupun sumber protein dengan menghasilkan enzim protease (Kumari *et al.*, 2010; Poole *et al.*, 2000). Enzim lain yang berperan dalam proses metabolisme protein yaitu aspartase yang mampu mendegradasi aspartat menjadi fumarat dan amonia (Poole *et al.*, 2000; Dunn, 2014). Peningkatan peran *Rhizobium* sp. sebagai aktivator kompos dapat mengurangi pemanfaatan pupuk kimia yang berdampak buruk pada lingkungan (Ghosh *et al.*, 2015). Gambar 2.2 menunjukkan sel *Rhizobium* sp. secara mikroskopik.



Gambar 2.2 *Rhizobium* sp. dengan ukuran 100 nm (Yang, 1998).

Gambar 2.2 menunjukkan morfologi sel tunggal *Rhizobium* sp. dengan ukuran 100 nm. *Rhizobium* sp. termasuk dalam kelompok bakteri aerobik fakultatif yang memiliki karakteristik berbentuk batang dengan ukuran 1.2-3.0 μ m dan lebar 0.5-3.0

µm, bentuk koloni umumnya datar, bulat, permukaan cembung, tepi koloni adalah regular atau bearturan, warna koloni putih susu atau *tranlucent* (putih agak keruh) (Heliati, 2003; Gachande *et al.* 2011; Singha *et al.*, 2015). *Rhizobium* sp. adalah kelompok bakteri gram negatif yang memiliki kemampuan motilitas dan mampu menghasilkan amonia dari pepton (Gachande *et al.*, 2011; Singha *et al.*, 2015).

Klasifikasi *Rhizobium* sp.

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Proteobacteria
Divisio	: Alphaproteobacteria
Kelas	: Schizomycetes
Ordo	: Rhizobiales
Famili	: Rhizobiaceae
Genus	: Rhizobium
Spesies	: <i>Rhizobium</i> sp.

(ncbi, 2015)

2.3.2 *Aspergillus niger*

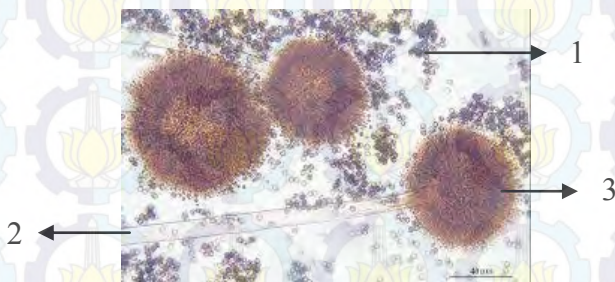
Aspergillus niger memiliki karakteristik morfologi berupa miselium berwarna putih dan konidia berwarna coklat kehitaman, secara mikroskopis bentuk konidiospora adalah bulat, berwarna coklat, hifa bercabang, dan bersekat (Pitt *et al.*, 2009). Konidia melekat pada fialid (sel konidiogenus yang melekat pada bagian ujung konidiofor) dan mengalami pembengkakan membentuk vesikel (Samson *et al.*, 2004).

Klasifikasi *A. niger* sebagai berikut.

Domain	: Eukarya
Kingdom	: Myceteae
Divisio	: Mycota
Kelas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Genus	: Aspergillus
Spesies	: <i>A. niger</i>

(Alexopoulus *et al.*, 1981).

Karakteristik mikroskopis *A. niger* tampak jelas pada hasil pengamatan dengan mikroskop yang terdapat pada gambar 2.3 dengan perbesaran 400 kali.



Gambar 2.3 *A. niger* (Halewyn, 2015).

Keterangan gambar: (1: Spora, 2: konidiospor, 3: Konidia) Perbesaran 400 Kali.

Gambar 2.3 menunjukkan struktur morfologi *A. niger* secara mikroskopis yang terdiri dari spora, konidiospor, dan konidia. *A. niger* merupakan fungi yang mampu menghasilkan berbagai macam enzim hidrolisis untuk proses degradasi (Bansal *et al.*, 2011). Salah satu enzim hidrolisis yang dihasilkan *A. niger* adalah enzim protease ekstraseluler (Braaksma *et al.*, 2009). Enzim protease *A. niger* berfungsi untuk mendegradasi protein menjadi peptida rantai pendek atau asam amino yang digunakan untuk memenuhi suplai nutrisi berupa sumber karbon dan nitrogen yang tidak terdapat di dalam sel (Braaksma *et al.*, 2009). Aktivitas enzim protease semakin meningkat apabila kandungan sumber nitrogen juga meningkat (Chancharoonpong *et al.* 2012).

Enzim protease mampu meningkatkan aktivitas degradasi substrat berupa *yeast extract* dan pepton (Bansal *et al.*, 2011; Chancharoonpong *et al.*, 2012). Sekresi protease ekstraseluler terjadi pada fase pertumbuhan stasioner (Xu *et al.*, 2000).

2.4 Nutrisi Pertumbuhan Aktivator Kompos

Aktivator kompos membutuhkan nutrisi yang dapat dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan sel (Varma *et al.*, 2014;

Ire *et al.*, 2011). Nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme meliputi makronutrien dan mikronutrien (Kim *et al.*, 2008). Makronutrien merupakan komponen yang diperlukan dalam jumlah yang lebih dibandingkan mikronutrien (Madigan *et al.*, 2012). Makronutrien terdiri dari senyawa karbohidrat, lemak, dan protein yang berperan dalam sintesis protein, pembentukan sel, penghasil energi, dan pertumbuhan sel (Kim *et al.*, 2008; Madigan *et al.*, 2012). Sedangkan mikronutrien terdiri dari senyawa yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil meliputi asam amino dan vitamin yang berperan sebagai koenzim (Kim *et al.*, 2008). Ketersediaan nutrisi pertumbuhan dapat meningkatkan masa simpan aktivator kompos (Mukherjee *et al.*, 1998).

2.5 Potensi Variasi Sumber Nitrogen

Protein merupakan komponen makromolekul yang berfungsi dalam proses regulasi, pembentukan material sel, dan mensuplai sumber nitrogen di dalam sel (Kim *et al.*, 2008). Struktur molekul protein terdiri dari polipeptida yang tersusun atas asam amino tunggal dan membentuk kompleks struktur protein (Madigan *et al.*, 2012). Sebanyak 13% nitrogen terkandung di dalam sel mikroba terdiri atas protein, asam nukleat, dan beberapa komponen lain (Suzuki *et al.*, 2006). Sumber nitrogen yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme meliputi pepton, *yeast extract*, rumput laut, susu skim, kedelai, dan lain-lain (Dawson, 2001; Uzeh *et al.*, 2006; Caudle, 2005; Matanjun *et al.*, 2008; Arulanantham *et al.*, 2012; Ravimannan *et al.*, 2014). Sumber nitrogen memiliki peran penting dalam meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Kompleksitas struktur protein dapat memengaruhi waktu degradasi protein sebagai sumber nitrogen dengan memengaruhi proses absorpsi nutrisi ke dalam sel (Suzuki *et al.*, 2006).

2.5.1 Pepton

Pepton merupakan ekstraksi protein berupa derivat *yeast extract*, tanaman, maupun hewan yang dapat digunakan langsung sebagai medium pertumbuhan kultur (Durrani *et al.*, 2011; Uzeh *et al.*, 2006). Pepton memiliki kelebihan sebagai medium kultur karena memiliki berat molekul nutrisi yang rendah, mengandung ikatan peptida, dan asam amino (Durrani *et al.*, 2011). Pepton digunakan sebagai bahan utama medium kultur mikroorganisme yang dapat meningkatkan pertumbuhan sel terutama kebutuhan nitrogen (Uzeh *et al.*, 2006). Komposisi medium pepton yang sudah dikomersialkan mengandung ekstrak jaringan hewan (Himedia, 2011). Total nitrogen di dalam pepton adalah 14-15%, kandungan protein sebesar 50%, dengan kadar asam amino yang tinggi (Kurbanoglu, 2014).

2.5.2 Yeast Extract

Yeast extract adalah komponen medium pertumbuhan yang berasal dari ekstraksi sel *yeast* (Dawson, 2001). Komponen *yeast extract* mengandung protein yang dapat digunakan sebagai bahan utama sintesis protein dengan kandungan nutrisi protein 10-12,5%, amino nitrogen 5,1%, sodium klorida 0,3% (Acumedia, 2011). *Yeast extract* juga diproduksi sebagai medium selektif untuk pertumbuhan bakteri *Rhizobium* sp. (Gachande *et al.*, 2010). Aktivitas enzim protease juga dapat dianalisis dengan memanfaatkan medium *yeast extract* (Intan *et al.*, 2005). Konsentrasi *yeast extract* yang berbeda dapat memengaruhi aktivitas degradasi enzim protease dan pertumbuhan jumlah sel mikroorganisme (Champagne *et al.*, 2003).

2.5.3 Susu Skim

Susu skim merupakan hasil pengolahan susu bubuk dengan kandungan protein dan asam amino meliputi triptofan, treonin, lisin, valin, arginin, dan lain-lain yang berwarna putih kekuningan tanpa membentuk gumpalan (Dairy, 2009). Susu skim mengandung nutrisi kompleks berupa lemak, protein, dan

karbohidrat. Kandungan protein susu berupa kasein memiliki prosentase lebih dari 80% (Baskaran *et al.*, 2011). Kasein susu membentuk struktur misel dengan molekul lain dan kalsium fosfat (Caudle, 2005). Komponen asam amino dominan pada kasein adalah prolin yang membentuk struktur protein sekunder atau tersier dan mudah mengalami denaturasi pada suhu tinggi (Wheldom, 2008).

2.5.4 Rumput laut (*Euchema* sp.)

Jenis rumput laut *Euchema* sp. memiliki karakteristik morfologi berupa talus silindris, permukaan yang licin, *cartilagineus* (menyerupai tulang rawan/muda), berwarna hijau terang, hijau, dan coklat kemerahaan (Suparmi *et al.*, 2009). Percabangan talus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi *nodulus* (tonjolan tonjolan). Percabangan bersifat *alternates* (selang seling), tidak beraturan, serta dapat bersifat *dichotomus* (percabangan dua dua), atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga tiga). Gambar 2.4 merupakan gambar morfologi rumput laut.



Gambar 2.4 Rumput laut.

Euchema sp. mengandung serat yang tinggi, mineral, vitamin, antioksidan, dan protein (Lim, 2015; Selvan *et al.*, 2014). Kandungan protein *Euchema* sp. sebesar 9,76%, berdasarkan analisis berat kering (Matanjun *et al.*, 2010). Kandungan protein tersebut setara dengan kadar protein pada

kacang kedelai (Matanjun *et al.*, 2010). Selain itu, *Eucheuma* sp. mengandung 16 jenis asam amino dengan prosentase total adalah 60,59% (Matanjun *et al.*, 2010).

Klasifikasi dari *Eucheuma* sp. adalah sebagai berikut.

Domain	: Eukarya	
Kingdom	: Plantae	
Divisio	: Rhodophyta	
Kelas	: Rhodophyceae	
Ordo	: Gigartinales	
Famili	: Solieriaceae	
Genus	: Eucheuma	
Spesies	: <i>Eucheuma</i> sp.	(Trono, 1992).

2.6 Masa Simpan Aktivator Kompos

Masa simpan aktivator kompos dipengaruhi oleh medium pertumbuhan (Kim *et al.*, 2008). Peningkatan masa simpan aktivator kompos berperan penting dalam mengoptimalkan viabilitas sel dalam waktu yang lama dengan menjaga kestabilan genetik dan mengurangi aktivitas metabolisme (Delalibera *et al.*, 2004; Romano, 1998; Uzunova *et al.*, 2005).

Masa simpan aktivator kompos terjadi ketika sel mengurangi aktivitas metabolisme karena asupan nutrisi ke dalam sel terbatas (Kell *et al.*, 2000). Aktivator kompos melakukan proses regulasi dengan menghasilkan ppGpp (nukleotida guanosin 3'-5'-bifosfat) yang berperan dalam memodulasi aktivitas ribosom pada proses sintesis protein (Mukherjee *et al.*, 1998). Ketersediaan nutrisi yang berbeda akan memengaruhi aktivitas metabolisme sel sehingga mengakibatkan sel melakukan diferensiasi morfologi dan mengurangi aktivitas metabolisme (Dworkin *et al.*, 2010). Pada tahap stasioner, bakteri berhenti untuk meningkatkan jumlah sel dan menstimulus sintesis ppGpp sehingga sel menjadi persisten (Maisonneuve *et al.*, 2014). ppGpp merupakan efektor yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan berperan sebagai pusat kontrol untuk menginduksi sel persisten atau dorman (Dworkin *et al.*, 2010).

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 12 Oktober 2015 sampai tanggal 31 Desember 2015 di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi jurusan Biologi FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.2 Metode yang Digunakan

Tahapan penelitian diawali dengan peremajaan aktivator kompos yaitu *A. niger* dan *Rhizobium* sp. Aktivator kompos dikonsorsium dengan perbandingan 1:1 pada medium cair. Medium variasi sumber nitrogen dibuat dengan dua konsentrasi yang berbeda yaitu 2,5% dan 1,25% serta pengulangan sebanyak 3 kali. Viabilitas pertumbuhan aktivator kompos dilakukan dengan perhitungan koloni metode *Total Plate Count* (TPC) (Masaphy, 2013) dan kadar protein terlarut dengan metode Bradford. Aktivitas aktivator kompos diuji dengan pembuatan pupuk sampah pertanian dan dianalisis rasio C/N. Data yang diperoleh disusun dalam bentuk kurva pertumbuhan, tabel analisis C/N, dan kadar protein yang dijelaskan secara deskriptif.

3.2.1 Preparasi Konsoridium Aktivator Kompos

Mikroorganisme yang digunakan merupakan isolat koleksi Laboratorium Bioteknologi dan Mikrobiologi Jurusan Biologi ITS Surabaya yaitu isolat fungi *A. niger* dan bakteri *Rhizobium* sp.

b. Subkultur Aktivator Kompos

Subkultur isolat dilakukan dengan inokulasi aktivator kompos berupa *Rhizobium* sp. dan *A. niger* pada medium kultur. *Rhizobium* sp. dikultur pada medium *Nutrient Agar* (NA) sedangkan *A. niger* dikultur pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Acumedia, 2009). Medium dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* yang selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf

pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit (Bren, 2013).

Medium yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam cawan petri steril sebanyak 20 mL dan didinginkan sampai medium NA dan PDA memadat (Woomer, 2011; Ooi *et al.*, 2008). Inokulasi bakteri *Rhizobium* sp. dengan jarum ose menggunakan teknik *streak 16* dan fungi *A.s niger* dengan jarum tanam tajam dan dikultur pada medium PDA. Isolat bakteri *Rhizobium* sp. diinkubasi pada inkubator selama 24 jam dan isolat *A. niger* diinkubasi selama 72 jam.

3.2.2 Kultur Konsorisum Pada Medium Cair

Bakteri *Rhizobium* sp. dikultur pada medium cair NB (Nutrient Broth). Sedangkan fungi *A. niger* dikultur pada medium PDB (*Potato Dextrose Broth*). *Rhizobium* sp. diinkubasi selama 24 jam sedangkan fungi *A. niger* selama 72 jam. Masing-masing kultur dimasukkan ke dalam medium NB 500 mL untuk konsorsium dengan perbandingan 1:1.

3.2.3 Pembuatan Medium Variasi Sumber Nitrogen

Medium yang digunakan adalah M9 minimal medium yang terdiri dari komposisi *Disodium Phosphate Heptahydrate* 1 gram/L, *Monopotassium Phosphate* 1 gram/L, *Sodium Chloride* 0,5 gram/L, dan variasi sumber nitrogen (Bren, 2013; Braaksma *et al.*, 2009; Mujahidy *et al.* 2013).

Masing-masing medium dibuat dengan variasi sumber nitrogen sebanyak 200 mL. Setiap sumber nitrogen diberi perlakuan 2 konsentrasi yang berbeda yaitu 1,25% dan 2,5%. Medium yang telah dibuat dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dengan sumber nitrogen yang berbeda (*yeast extract*, pepton, rumput laut, dan susu skim). Selanjutnya, konsorsium aktivator kompos diinokulasikan pada medium variasi sumber nitrogen yang telah disterilisasi dan diinkubasi selama 72 jam.

3.2.4 Perhitungan Koloni Mikroba

Kontrol pertumbuhan mikroba dilakukan setiap 7 hari selama 2 bulan. Metode pengukuran pertumbuhan mikroba secara kuantitatif dengan TPC pada medium NA secara *serial dillution* (Woomer, 2011). Masing-masing kultur diencerkan dengan metode *serial dillution* untuk dilakukan proses konsorsium sebanyak 3 kali pengenceran (Ching *et al.*, 2013).

Pengenceran dengan metode *serial dillution* sebanyak 6 kali. Aktivator kompos pada setiap perlakuan diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril. Tabung reaksi kemudian divortex hingga larutan homogen. Tahap ini merupakan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya, 1 mL larutan dari pengenceran 10^{-1} diambil, dimasukkan ke dalam tabung reaksi lain yang berisi 9 mL akuades steril, dan divortex kembali hingga homogen. Tahap ini merupakan pengenceran 10^{-2} . Perlakuan ini dilakukan kembali hingga pengenceran 10^{-6} (Petric *et al.*, 2008). Masing-masing seri pengenceran dipipet sebanyak 0,1 mL dan dituangkan ke dalam cawan petri yang telah berisi medium padat dan diratakan dengan spatula drigalsky. Medium yang telah berisi sampel kemudian diinkubasikan pada suhu kamar ($27-28^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam untuk dilakukan perhitungan koloni dan hasil perhitungan dengan satuan *Colony Forming unit* (CFU) (Torres,*et al.*, 2003; Ching *et al.*, 2013).

Rumus Perhitungan CFU mL^{-1}

$$\text{CFU mL}^{-1} = \frac{\text{Jumlah Koloni yang Terhitung}}{\text{Jumlah Faktor Pengenceran}}$$

(Ching *et al.*, 2013)

3.2.5 Pembuatan Kompos dengan Aktivator Kompos

Uji potensi degradasi kompos dengan aktivator kompos variasi sumber nitrogen dilakukan dengan pembuatan kompos sampah pertanian. Tahapan awal adalah pencampuran bahan kompos berupa sampah sebanyak 500 gram dan ditambahkan aktivator kompos dengan variasi sumber nitrogen sebanyak 150 mL. Campuran kompos diinkubasi secara aerob selama 10 hari

dan dilakukan pengukuran suhu kompos dengan menggunakan termometer digital (Siboro *et al.*, 2013; Syafrudin, 2007).

3.2.6 Analisis Kandungan C/N

a. Penentuan C-Organik Metode Walkey Black (AOAC,1990)

Analisis kandungan C-organik adalah sampel diambil 0,5 gram pupuk kompos, kemudian diayak dengan ayakan 0,5 mm dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL. Larutan K_2CrO_7 1 N dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer sebanyak 10 mL dan 20 mL H_2SO_4 . Labu Erlenmeyer digoyang-goyangkan agar sampel dapat beraksi. Campuran sampel didinginkan selama 20-30 menit. Larutan tersebut diencerkan dengan aquades sebanyak 200 mL, ditambahkan 10 mL H_3PO_4 , dan 30 tetes indikator difenilamin. Larutan dititrasi dengan larutan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5 N melalui buret sampai terjadi perubahan warna dari hijau gelap menjadi biru kotor dan pada pada titik akhir warna berubah menjadi hijau terang.

a) Rumus perhitungan:

$$\% \text{ C-Organik} = \frac{(\text{me } K_2Cr_2O_7 - \text{me } FeSO_4) \times 0,003 \times 1,3 \times 100\%}{BS}$$

Keterangan:

Me : N x V

N : Normalitas

V : Volume

BS : Berat sampel

0,003 : valensi Cr yang teroksidasi
3 x 0,001 (mg ke gram)

b. Penentuan N Total Metode Kjeldhal (AOAC,1990)

Metode Kjeldhal terdiri dari tiga tahapan yaitu destruksi, detilasi, dan titrasi. Metode destruksi dilakukan dengan sampel kompos ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dan ditambahkan 3 gram selen serta 30 mL H_2SO_4

pekat (catatan: untuk blanko tanpa sampel). Semua bahan didestruksi dalam labu Kjeldahl di lemari asam pada suhu 200 - 250°C selama 2 jam dan hingga terjadi perubahan warna hijau. Hasil destruksi dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan akuades sampai batas tanda volume 250 mL. Larutan dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam labu didih sebanyak 25 mL.

Tahapan destilasi larutan dengan menambahkan NaOH sebanyak 30 mL dengan memasukkan kertas lakmus sebagai indikator perubahan warna menjadi basa. Hasil destilasi berupa cairan NH_3 ditampung pada Erlenmeyer yang berisi asam borat dan indikator *conway*.

Tahapan titrasi dilakukan dengan menambahkan H_2SO_4 0,05 N sampai terjadi perubahan warna hijau menjadi merah muda. Sample pembuatan larutan blanko adalah aquades dengan melalui tahapan destruksi, destilasi, dan titrasi.

Rumus perhitungan:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{mL titrasi sampel} - \text{mL titrasi blanko}) \times 0,512 \times 14 \times 100\%}{\text{mg sampel}}$$

Keterangan:

mL titrasi sampel : Volume Titrasi Sampel

mL titrasi blanko : Volume Titrasi Blangko

0,512 : Normalitas Asam Sulfat

14 : Nomor Atom Nitrogen.

c. Rasio C/N (Richard, 1997)

Perhitungan rasio C/N dapat diperoleh dengan mengetahui kadar C dan kadar N kemudian dimasukkan dalam rumus:

$$\% \text{ C} = \% \text{ N} \times \text{C/N}$$

3.2.7 Pengukuran Kadar Protein Terlarut

Larutan disaring menggunakan kertas Whatman nomor 1. Filtrat yang diperoleh merupakan protein larut air yang

kadarnya ditentukan menggunakan metode Bradford berdasarkan kurva standar *Bovine Serum Albumin* (BSA).

Pengukuran kadar protein terlarut dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan metode Bradford (1967) berdasarkan kurva standar *Bovine Serum Albumin* (BSA). Prinsip metode ini adalah pembentukan ikatan antara zat warna *Coomassie Brilliant Blue* G-250 dengan protein sehingga dapat diukur nilai *Optical Density* (OD) menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm. Reagen Bradford dibuat dengan melarutkan 100 mg *coomasie brilian blue* (CBB) G-250 kedalam 50 mL etanol 95 % dan ditambahkan 100 mL asam fosfor 85 %. Larutan dilarutkan dengan akuades hingga volume akhir mencapai 1 L.

BSA ditimbang dan dilarutkan dalam H₂O sehingga diperoleh larutan standar BSA dengan berbagai konsentrasi (w/v). Larutan BSA sebanyak 0,1 mL yang akan diuji ditambahkan 5 mL reagen Bradford. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm. Hasil absorpsi tersebut dibuat regresi linier dan didapatkan persamaan $y = ax + b$, dimana y adalah nilai absorbansi dan x adalah nilai konsentrasi protein standar BSA.

Uji kadar protein terlarut dilakukan dengan cara mereaksikan sampel sebanyak 0.1 mL dengan reagen Bradford sebanyak 5 mL. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm. Panjang gelombang ekstrak substrat dimasukkan ke dalam persamaan matematika dari kurva standar protein untuk didapatkan kadar protein terlarut yang terkandung dalam larutan ekstrak substrat (Ernst *et al.*, 2010).

3.3 Rancangan Penelitian

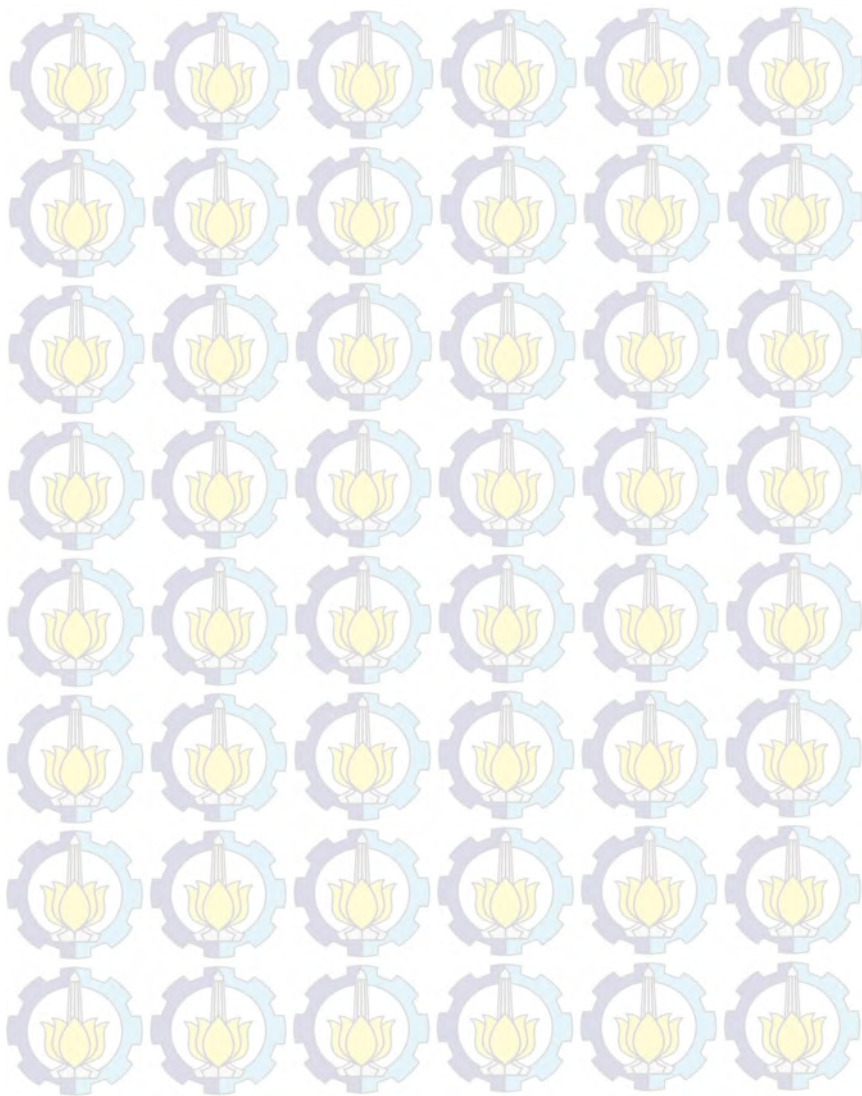
Rancangan penelitian yang dilakukan dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan memaparkan hasil penelitian berupa grafik viabilitas aktivator kompos yang meliputi tingkat pertumbuhan sel dan kadar protein terlarut selama proses penyimpanan,, analisis kemiringan kurva pertumbuhan aktivator

kompos dan analisis perubahan suhu serta rasio C/N kompos berdasarkan aktivitas aktivator kompos.

3.3.1 Penyusunan, Pengolahan, dan Analisis Data

Data yang didapat merupakan data kualitatif berupa grafik viabilitas aktivator kompos, tabel kemiringan kurva sebagai indikator pertumbuhan aktivator kompos dengan masa simpan selama 2 bulan, grafik perubahan suhu kompos, dan tabel kandungan rasio C/N kompos dengan variasi aktivator kompos yang dianalisis secara deskriptif (Neeraj *et al.*, 2009).

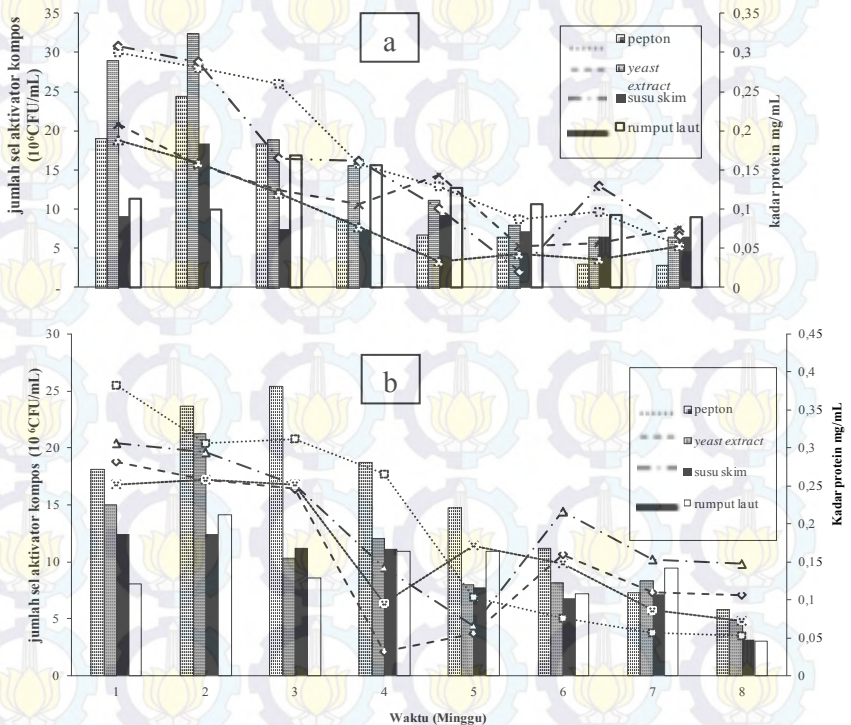
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Viabilitas Aktivator Kompos

Viabilitas aktivator kompos diterjemahkan dalam tingkat pertumbuhan dan pemanfaatan protein selama masa penyimpanan aktivator kompos yang tercantum pada gambar 4.1. Pada gambar 4.1 tampak bahwa tingkat pertumbuhan aktivator kompos selama 2 bulan penyimpanan menunjukkan profil jumlah sel dan kandungan protein terlarut yang relatif sama yaitu antara 5×10^6 CFU/mL sampai 30×10^6 CFU/mL untuk jumlah sel, serta antara 0,05 mg/mL sampai 0,4 mg/mL untuk kadar protein terlarut.



Gambar 4.1 Jumlah Sel Aktivator Kompos dan Kadar Protein Terlarut.

Keterangan gambar: (a) Konsentrasi medium 1,25% (b) Konsentrasi medium 2.5%.

Selain itu, tingkat pertumbuhan aktivator kompos pada medium pepton terjadi peningkatan jumlah koloni pada minggu ke-2. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan pepton secara optimal untuk pertumbuhan terjadi pada minggu ke-1 sampai minggu ke-2. Akan tetapi, terjadi penurunan jumlah sel pada minggu ke-3 sampai minggu ke-8. Tingkat pertumbuhan aktivator kompos pada medium *yeast extract* juga terjadi peningkatan pada minggu ke-1 sampai minggu ke-2 yang mengindikasikan bahwa pemanfaatan sumber nitrogen pada medium pepton dan *yeast extract* cenderung sama. Sedangkan tingkat pertumbuhan aktivator kompos pada medium susu skim dan rumput laut lebih rendah dibandingkan medium pepton dan *yeast extract*. Hal ini dimungkinkan bahwa aktivator kompos belum dapat memanfaatkan sumber nutrisi secara optimal pada minggu ke-2.

Jumlah sel aktivator kompos dan kadar protein terlarut perlakuan konsentrasi 1,25% (Gambar 4.1a) menunjukkan penurunan jumlah sel dan penurunan kadar protein terlarut dalam kurun waktu 8 minggu. Penyebab penurunan jumlah sel adalah kadar nutrisi yang terbatas dan kompleksitas protein yang cenderung membutuhkan waktu untuk didegradasi sehingga sel mulai mengurangi aktivitas metabolisme (Maisonneuve *et al.*, 2014). Aktivator kompos yang tidak mengalami kematian sel tersebut kemungkinannya adalah melakukan pertumbuhan dan melakukan mekanisme dormansi sel. Aktivator kompos melakukan proses regulasi dengan menghasilkan ppGpp (nukleotida guanosiin 3'-5'-bifosfat) yang berperan dalam memodulasi aktivitas ribosom pada proses sintesis protein (Mukherjee *et al.*, 1998).

Profil pertumbuhan dari beberapa variasi aktivator kompos pada Gambar 4.1 sukar untuk dibedakan. Oleh karena itu untuk memudahkan analisis profil pertumbuhan dilakukan penghitungan tingkat kemiringan kurva. Tabel 4.1 menunjukkan kemiringan kurva pertumbuhan aktivator kompos. Kemiringan kurva pada perlakuan konsentrasi 2,5% lebih rendah dibanding konsentrasi 1,25% dengan kisaran 15-35.

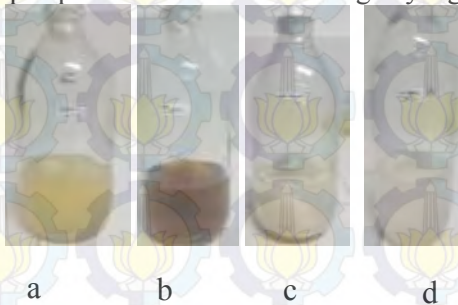
Tabel 4.1 Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos

Medium	Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos	
	Konsentrasi 1,25%	Konsentrasi 2,5%
Pepton	38	35
<i>Yeast Extract</i>	19	17
Susu Skim	35	15
Rumput Laut	21	18

Tabel 4.1 merupakan hasil dari nilai kemiringan kurva jumlah aktivator kompos berdasarkan pada korelasi pendekatan persamaan linier (Lampiran 14). Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kemiringan kurva yang dapat menentukan masa simpan aktivator kompos berdasarkan jumlah penurunan sel aktivator kompos. Nilai kemiringan kurva merepresentasikan medium sumber nitrogen yang mampu meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Berdasarkan hasil analisis dari segi kemiringan kurva pertumbuhan aktivator kompos, segi ekonomi bahan dalam bidang industri, dan efektivitas dalam pembuatan medium maka rumput laut merupakan medium yang tepat dalam meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Rumput laut adalah bahan baku yang ekonomis dan melimpah keberadaannya dengan kandungan nutrisi lengkap untuk meningkatkan masa simpan aktivator kompos (Matanjun *et al.*, 2010). Medium rumput laut konsentrasi 1,25% cenderung memiliki tingkat kemiringan kurva yang relatif rendah yaitu sebesar 21. Hal inilah yang dapat menjadi pertimbangan dalam memanfaatkan rumput laut sebagai variasi sumber nitrogen yang dapat meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Rumput laut merupakan medium yang tepat untuk peningkatan masa simpan aktivator kompos pada skala industri produksi aktivator kompos. Rumput laut memiliki kandungan nutrisi yang kompleks untuk didegradasi oleh mikroorganisme (Lim, 2015). Kompleksitas struktur protein tersebut dapat meningkatkan masa simpan aktivator kompos

karena akan terjadi penurunan metabolisme sehingga sel mengalami dormansi (Mukherjee, 1998).

Kemampuan aktivator kompos dalam meningkatkan masa simpan ini disebabkan karena rumput laut memiliki kandungan karagenan berupa rantai polisakarida panjang, kandungan protein, dan asam amino. Aktivator kompos yang terdiri dari *Rhizobium* sp. dan *A. niger* mampu menghasilkan berbagai jenis enzim untuk mendegradasi nutrisi. *Rhizobium* sp. mampu menghasilkan enzim protease untuk mendegradasi kandungan protein di dalam medium rumput laut. Enzim lain yang berperan dalam proses metabolisme protein yaitu aspartase yang mampu mendegradasi aspartat menjadi fumarat dan amonia (Poole *et al.*, 2000; Dunn, 2014). *A. niger* juga mampu menghasilkan enzim ekstraseluler berupa enzim amilase, selulase, dan enzim protease. *A. niger* berfungsi untuk mendegradasi protein menjadi peptida rantai pendek atau asam amino yang digunakan untuk memenuhi suplai nutrisi berupa sumber karbon dan nitrogen yang tidak terdapat di dalam sel (Braaksma *et al.*, 2009). Aktivitas enzim protease semakin meningkat apabila kandungan sumber nitrogen juga meningkat (Chancharoonpong *et al.*, 2012). Enzim protease mampu meningkatkan aktivitas degradasi substrat berupa *yeast extract* dan pepton (Bansal *et al.*, 2011; Chancharoonpong *et al.*, 2012). Sekresi protease ekstraseluler terjadi pada fase pertumbuhan stasioner (Xu *et al.*, 2000). Gambar 4.2 merupakan aktivator kompos pada variasi sumber nitrogen yang berbeda.



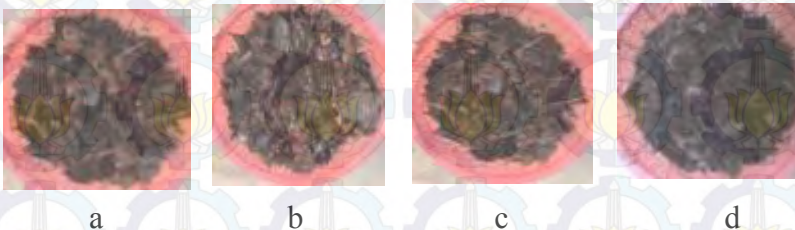
Gambar 4.2 Variasi Medium Sumber Nitrogen.

Keterangan gambar: (a). Pepton (b). *Yeast extract* (c). Susu Skim (d). Rumput Laut.

Aktivator kompos yang diinkubasi pada medium variasi sumber nitrogen pada gambar 4.2 menunjukkan pertumbuhan koloni aktivator kompos berupa pertumbuhan miselia kapang dan kekeruhan pada medium. Kekeruhan medium dan pertumbuhan miselia kapang merupakan pertumbuhan sel berupa aktivitas enzimatis aktivator kompos dalam melakukan degradasi sumber nitrogen yang tersedia (Dworkin *et al.*, 2010).

4.2 Pembuatan Kompos dengan Variasi Aktivator Kompos

Pembuatan kompos sampah pertanian dilakukan dengan menambahkan aktivator kompos pada medium variasi sumber nitrogen. Tingkat kematangan kompos dapat diketahui berdasarkan perubahan warna substrat menjadi kecoklatan dan bau kompos seperti bau tanah. Gambar 4.3 merupakan kompos dengan perlakuan variasi aktivator kompos hari ke 6.



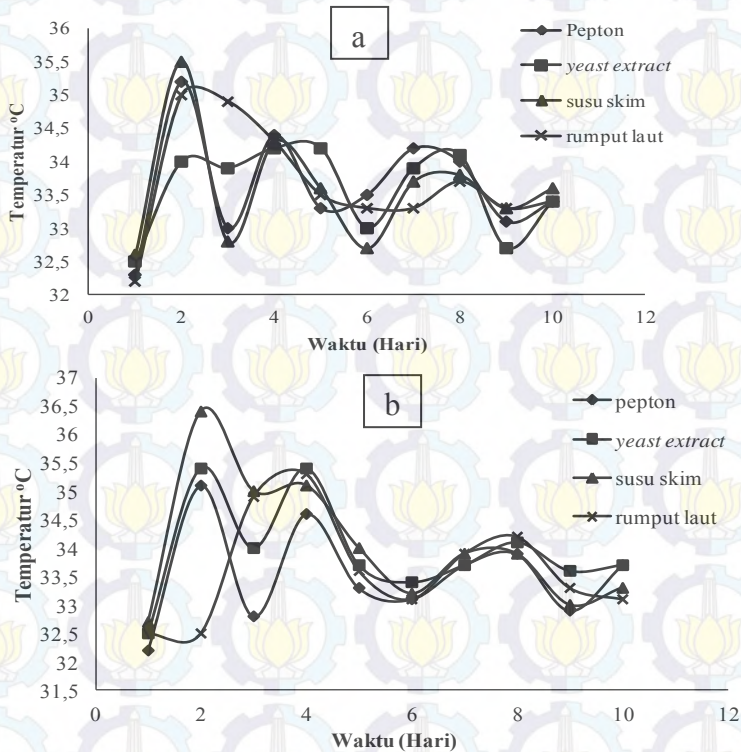
Gambar 4.3 Kompos dengan Variasi Aktivator Kompos.

Keterangan gambar: (a) Medium Pepton (b) Medium *Yeast Extract* (c) medium Susu Skim (d) medium Rumput Laut.

Pada gambar 4.3 tampak bahwa masing-masing kompos dengan variasi aktivator kompos memiliki persamaan karakteristik berupa perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan kompos menjadi remah. Parameter lain yang digunakan untuk mengukur kematangan kompos adalah pengukuran suhu dan rasio C/N kompos.

Pengamatan perubahan suhu dalam pembuatan kompos dengan variasi aktivator kompos tercantum dalam gambar 4.4.

Pada gambar 4.4 terlihat dua fase perubahan suhu kompos yaitu fase termofilik dan fase mesofilik. Fase termofilik pada gambar terjadi pada hari ke-1 dengan peningkatan suhu kompos pada hari ke-2. Sedangkan fase mesofilik terjadi pada hari ke-3 sampai hari ke-10.



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Suhu Kompos.

Keterangan gambar: (a) Aktivator Kompos Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 1,25% (b) Aktivator Kompos Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 2,5%.

Aktivator kompos berperan dalam melakukan degradasi pada fase termofilik berupa kenaikan suhu mencapai $35,5-36,5^{\circ}\text{C}$ selama proses komposting (Zhu, 2007; Tripetchkul *et al.*, 2012). Parameter pengukuran suhu selama proses komposting bertujuan untuk mengetahui aktivitas aktivator kompos dalam proses degradasi bahan berbasis molekul organik karena suhu merupakan faktor utama yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan (Ismayana *et al.*, 2012; Barakah *et al.*, 2013). Suhu kompos mengalami kenaikan pada fase termofilik karena aktivator kompos mulai aktif melakukan proses degradasi bahan organik (Barakah *et al.*, 2013). Gambar 4.4 tampak bahwa suhu kompos pada variasi aktivator kompos memiliki perubahan suhu yang cenderung sama dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Proses komposting tetap berlangsung sampai hari ke-10 yang ditunjukkan dengan penurunan suhu kompos yang cenderung stabil pada kisaran suhu $32-34,5^{\circ}\text{C}$. Proses aerasi merupakan upaya yang penting untuk mensuplai kebutuhan oksigen bagi mikroorganisme dalam melakukan respirasi aerob dan mengontrol suhu kompos dengan cara pengadukan (Zhu, 2007; Barakah *et al.*, 2013).

4.3 Rasio C/N Kompos Organik

Hasil pengukuran rasio C/N pada masing-masing perlakuan aktivator kompos tercantum dalam Tabel 4.2. Rasio C/N tersebut sesuai dengan standar SNI kompos yaitu dengan nilai 10,35/1 - 14,15/1. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 rasio C/N kompos memiliki nilai minimum dan maksimum sebesar 10:1- 20:1 (SNI, 2004). Sedangkan rasio C/N untuk ISO 17556 terkait proses pembuatan kompos adalah sebesar 10/1 sampai 20/1 (Mortier *et al.* 2014).

Tabel 4.2 Rasio C/N Kompos Sampah Pertanian

Medium	%C	%N	Rasio C/N
Pepton 1,25%	9,68	0,86	11,26
Pepton 2,5%	9,52	0,92	10,35
<i>Yeast Extract</i> 1,25%	8,53	0,68	12,54
<i>Yeast Extract</i> 2,5%	9,41	0,75	12,01
Susu Skim 1,25%	8,91	0,76	11,72
Susu Skim 2,5%	8,93	0,81	11,02
Rumput Laut 1,25%	6,08	0,43	14,15
Rumput Laut 2,5%	6,63	0,48	13,82

Rasio C/N merupakan salah satu parameter kualitas kompos berdasarkan tingkat kematangan kompos. Tingkat kematangan kompos diukur berdasarkan penurunan nilai rasio C/N yang disebabkan oleh aktivitas degradasi aktivator kompos pada bahan berbasis molekul organik (Tripetchkul *et al.*, 2012). Berdasarkan hasil pengukuran rasio C/N kompos dapat diketahui bahwa aktivator kompos dapat melakukan degradasi bahan organik dengan menurunkan nilai rasio C/N. Proses penurunan rasio C/N juga dapat dilakukan dengan adanya aerasi yang dilakukan selama proses komposting (Ismayana *et al.*, 2012).

Nilai optimal rasio C/N terdapat pada aktivator kompos medium rumput laut konsentrasi 1,25% yaitu sebesar 14,15/1. Nilai optimal rasio C/N berkaitan dengan aktivitas aktivator kompos yang dapat memanfaatkan sumber karbon dan nitrogen secara optimal sebagai sumber energi dan komponen pembentukan sel (Sadik *et al.*, 2010).

Nilai rasio C/N dengan aktivator kompos pada medium pepton, *yeast extract*, dan susu skim menunjukkan rasio C/N yang berada pada batas minimal standar. Nilai rasio C/N yang cukup rendah dapat menyebabkan pembentukan amoniak (NH_3) yang dihasilkan oleh bakteri karena nitrogen tidak dimanfaatkan oleh aktivator kompos sehingga dapat mengakibatkan bau tidak sedap dan kualitas kompos dapat berkurang (Sadik *et al.*, 2010).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

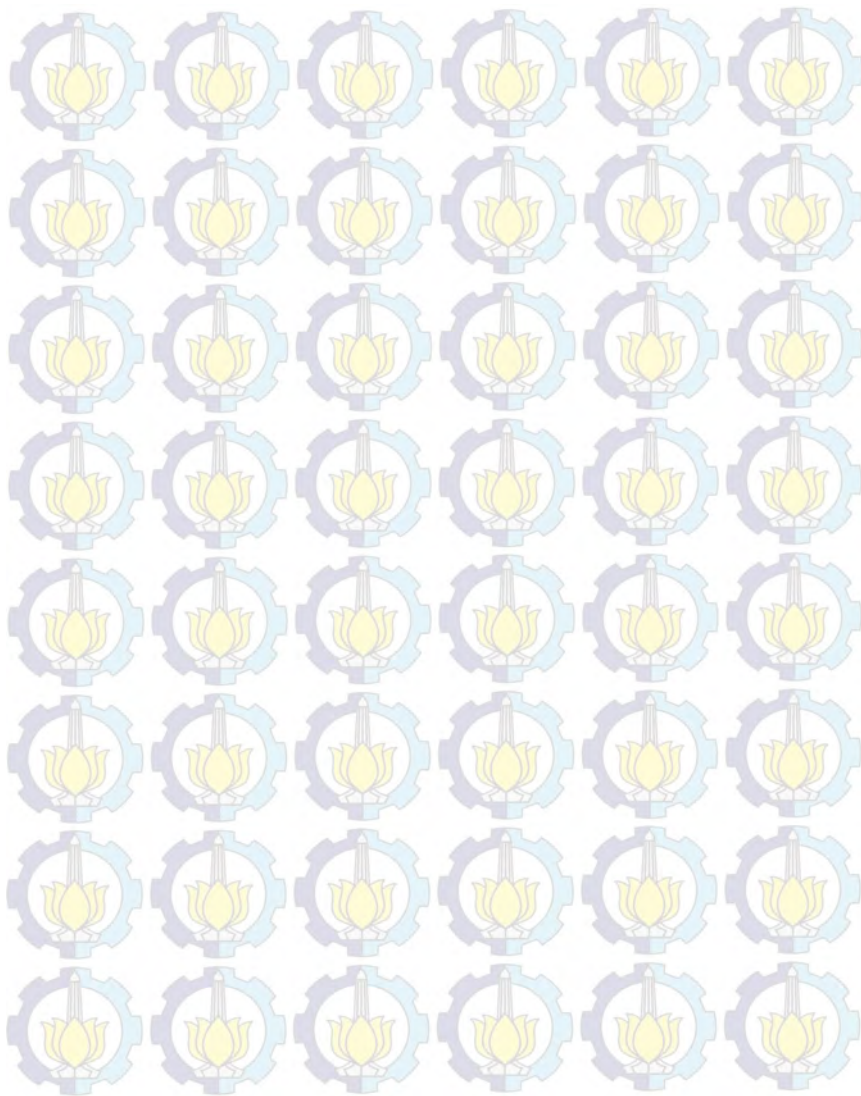
5.1 Kesimpulan

Rumput laut merupakan medium yang tepat dalam meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Medium rumput laut konsentrasi 1,25% cenderung memiliki tingkat kemiringan kurva yang relatif rendah yaitu sebesar 21. Nilai kemiringan yang rendah menunjukkan bahwa tingkat kematian sel setiap waktu cenderung lebih rendah karena diduga sel mengurangi aktivitas metabolisme dengan melakukan regulasi dormansi sel. Selain itu, nilai rasio C/N kompos dengan aktivator pada medium rumput laut memiliki nilai rasio C/N yang optimal sebesar 14,15/1. Oleh karena itu, rumput laut merupakan medium yang tepat untuk peningkatan masa simpan aktivator kompos pada skala industri produksi aktivator kompos.

5.2 Saran

Peningkatan masa simpan aktivator kompos yang telah dilakukan dapat dikorelasikan dengan kadar dan konsentrasi medium. Oleh karena, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan berbagai kombinasi konsentrasi medium untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dalam meningkatkan masa simpan aktivator kompos. Selain itu, aktivator kompos dapat dikonsorsiumkan dengan mikroorganisme yang berpotensi dalam mendegradasi logam berat yang diduga dapat terkandung di dalam substrat kompos.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

Abdullah,N., Chin, N. L., Mokhtar, M. N., dan Taip F. S., 2013. Effects of bulking agents, load size or starter cultures in kitchen-waste composting. **International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture** 2:3.

Acumedia, 2009. **Nutrient Agar**. Contact Acumedia Manufacturers, Inc.

Albuquerque, J. A., Gonza lvez,J., Tortosa, G., Baddi, G. A., Cegarra, J. 2009. Evaluation of “alperujo” composting based on organic matter degradation, humification and compost quality. **Journal of Biodegradation Springer Science and Business Media** 20:257–270.

Alexopoulos, C. J dan C. W. Mims. 1981. **Introductory Micology**. John Wiley and Sons: New York.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis of The Association of Official Analitical Chemist**. USA: AOAC,Inc.

Arulanantham, R., Pathmanathan, S., Ravimannan, N., dan Niranjan, K. 2012. Alternative culture media for bacterial growth using different formulation of protein sources. **Journal of Nature Product Plant Resources**, 2 (6):697-700.

Atmadja WS, Kadi A, Sulistijo, Rahmaniar S. 1996. **Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia**. Jakarta : Puslitbang Oseanologi LIPI.

Bansal, N., Tewari,R., Gupta, J. K., Soni, R., Soni, S. K. 2011. A novel strain of *Aspergillus niger* producing a cocktail of hydrolytic depolymerising enzymes for the production of second

generation biofuels. **Peer-Reviewed Article Bio Resources** 6(1), 552-569.

Barakah, F., Radwan, S., dan Aziz, R. Using Biotechnology in Recycling Agricultural Waste for Sustainable Agriculture and Environmental Protection. **Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci** 2(12): 446 – 459.

Baskaran, D., Muthupandian, K., Gnanalakshmi K. M., Pugazenthi T. R., Jothilingam, S., dan Ayyadurai, K. 2011. Physical properties of noodles enriched with whey protein concentrate (WPC) and skim milk powder (SMP). **Journal of Stored Products and Postharvest Research** Vol. 2(6), pp. 127 – 130.

Bhattad, U. H. 2012. Preservation of methanogenic cultures to enhance Anaerobic digestion. **Disertasi**. Wisconsin: Philosophy Degree of Marquette University.

Braaksma, M., Age, K., Smilde, Marie, Werf, V. D., dan Punt, P. J. 2009. The effect of environmental conditions on extracellular protease activity in controlled fermentations of *Aspergillus niger*. **Journal of Microbiology** 155, 3430–3439.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analyt. Biochem.** 72, 248–254.

Bren, A., Hart, Y., Dekel, E., Koster, D., dan Alon, U. 2013. The last generation of bacterial growth in limiting nutrient. **BMC Systems Biology** 7:27.

Brinton, W. F., Bonhotal, J., dan Fiesinger, T. 2012. Compost Sampling for Nutrient and Quality Parameters: Variability of

Sampler, Timing and Pile Depth. **Journal of Compost Science & Utilization**, Vol. 20, No. 3, 141-149.

Camps, M. 2015. **The Use of Biochar in Composting**. Massey University; and Thayer Tomlinson, International Biochar Initiative. <<http://www.biochar-international.org> /1471-2180/10/94> [25 Agustus 2015].

Caudle, A. D. 2005. Flavor Formation in Skim Milk Powder and Flavor Carry- Through into Ingredient Applications. (Under the direction of Dr. MaryAnne Drake.) **Tesis**. Raleigh: Program Pascasarjana North Caroline State University.

Chancharoonpong, C., huenjit, Hsieh, P. C., dan Sheu, S. C. 2012. Enzyme production and growth of *Aspergillus oryzae* S. On soybean koji fermentation. **APCBEE Procedia** 000–000.

Chang, J. I. J., Tsai, J., dan Wu, K. H. 2006. Composting of vegetable waste. **Journal of Waste Manage Res** 24: 354–362.

Ching, H. Y., Ahmed, O. H., Kassim, S., dan Majid, N. M. A. 2013. Co-composting of pineapple leaves and chicken manure slurry. **International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture** 2:23.

Darlington, W. 2010. Compost- A guide for evaluating and using compost material as Soil amendments. **Soil and Plant Laboratory, Inc.** 714(282), 8777-8788.

Dash, S. dan Gupta N. 2011. Microbial bioinoculants and their role in plant growth and development. **International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research** Vol. 2(13), pp. 232-251.

Delalibera, I. Jr., Humbler, R. A., Hajek, A. E. 2004. Preservation of in vitro culture of the mite pathogenis fungus *Neozygites tanajoae*. **Canadian Journal of Microbiology** 8:50 page 579.

Dewi, Y. S. dan Tresnowati. 2012. Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode komposting. **Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S** Volume 8 No.2 September 2012.

Djurnani, Nan. 2005. **Cara Membuat Kompos**. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Dunn, M. F. 2014. Key roles of microsymbiont amino acid metabolism in rhizobia-legume interactions. **Crit Rev Microbiol**, Early Online: 1–41.

Dworkin, J., dan Shah, I.M. 2010. Exit from dormancy in microbial organisms. **Nature Reviews Microbiology** Publikasi online 25 Oktober.

Espiritu, B., M. 2011. Use of compost with microbial inoculation in container media for mungbean (*Vigna radiata* L. Wilckzek) And Pechay (*Brassica napus* L.). **Journal of ISSAAS** Vol. 17 No. 1:160-168.

Fourti, O., Jedidi, N., dan Hassen, A. 2010. Humic substances change during the co-composting process of municipal solid wastes and sewage sludge. **Journal of Microbiol Biotechnol** 26:2117–2122.

França, C. R. R. S., Junior, M. A. L., Figueiredo, M. V. B., Stamford, N. P.e G. A.S. 2013. Feasibility of rhizobia conservation by liquid conditioners. **Review Artikel Revista Ciência Agronômica** Volume 44, No. 4, page 661-668.

Gachande dan Khansole. 2011. Morphological, cultural and biochemical characteristics of *Rhizobium japonicum* syn and *Bradyrhizobium taponicum* of soybean. **Bioscience Discovery Volume 02**, No. 1.

Ge, S., Xu, H., Ji, M., dan Jiang, Y. 2013. Characteristics of Soil Organic Carbon, Total Nitrogen, and C/N Ratio in Chinese Apple Orchard. **Open Journal of Soil Science**, 3, 213-217.

Gharib, F. A., M Oussa, L. A. , Dan Massoud, Osama. N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. **International journal Of Agriculture & Biology** 1560–8530.

Ghosh, P. K., De, T. K., dan Maiti, T. K. 2015. Production and metabolism of indole acetic acid in root nodules and symbiont (*Rhizobium undicola*) isolated from root nodule of aquatic medicinal legume *Neptunia oleracea* Lour. **Hindawi Publishing Corporation Journal of Botany** Volume 2015 Article ID 575067.

Hadisumarto, Djunaedi. 1992. **Buku panduan teknik pembuatan kompos dari sampah**. Jakarta: Centre for Policy and Implementation Studies.

Halewyn, M. 2015. *Aspergillus niger*. <<http://www.Gouvernement du Québec.com>> [13 Oktober 2015].

Heliati, I. 2003. Teknik Isolasi *Rhizobium* Alam Dari Tanah. **Prosiding Temu Teknis Fungsional Non Peneliti**. Bogor, Balai Penelitian Ternak.

Himedia, 2011. **Peptone Water**. Mumbai: HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.

Hubalek, Z. 2003. Protectants used in the cryopreservation of microorganisms. **Review Journal Cryobiology** 46 (205-229).

Ire, F. S., Okolo, B. N., Moneke, A. N., dan Odibo, F. J. C. 2011. Influence of cultivation conditions on the production of a protease from *Aspergillus carbonarius* using submerged fermentation. **African Journal of Food Science** Vol. 5(6), pp. 353 – 365.

Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, Maddu, A., Fredy, A. 2012. Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse Dan Blotong. **Jurnal Teknologi Industri Pertanian** 22 (3):173-179.

Jelin, J., Dhanarajan, M.S. 2 and Mariappan, V. 2012. Assessment of compost as a bio-fertilizer for the growth of paddy. **Journal of Environmental Biology**. Vol. 34, 975-979.

Kim, Y. H. dan Gadd, G. M. 2008. **Bacterial Physiology and Metabolism**. United Kingdom: Cambridge University Press.

Kovács, A. B., Kremper, R., Kincses, I., Szabó, A. 2014. Influences of ammonium-nitrate, food waste compost and bacterial fertilizer on soluble soil nitrogen forms and on the growth of carrot (*Daucus Carota* L.). **Eurasian Journal of Soil Science** 95 – 100.

Kruger. 2000. **The Bradford Method for Protein Quantitation**. Totowa: The Protein Protocols Handbook, 2nd Edition.

Kstates. 2015. **Compost Activators**. Kansas State University Research and Extention. 25 Agustus 2015.

Kumar, A., Gaing, S., dan Nain, L. 2008. Evaluation of thermophilic fungal consortium for paddy straw composting. **Journal of Biodegradation** 19:395–402.

Kumari, B. S., Ram, M. R., dan Mallaiah K. V. 2010. Studies on nodulation, biochemical analysis and protein profiles of *Rhizobium* isolated from *Indigofera* species. **Malaysian Journal of Microbiology**, Vol 6(2) 2010, pp. 133-139.

Kurbanoglu, E. B. Enhancement of lactic acid production with ram horn peptone by *Lactobacillus casei*. **World Journal of Microbiology & Biotechnology** 20: 37–42.

Li, R., Li, L., Huang, R., Su, Y., Mei, X., Shen, B., dan Shen, Q. 2013. Variations of culturable thermophilic microbe numbers and bacterial communities during the thermophilic phase of composting. **Journal of World Microbiol Biotechnol** 30:1737–1746.

Madigan et al., 2012. **Brock Biology of Microorganism**. San Francisco: Pearson Education, Inc.

Maisonneuve, E. dan Gerdes, K. 2014. Molecular mechanisms underlying bacterial persisters. **Leading Edge Review Cell** 157.

Mandle, A. K., Jain, P., and Shrivastava, S. K. Protein structure prediction using Support vector machine. **International Journal on Soft Computing (IJSC)** Vol.3, No.1.

Masaphy. 2013. Development of Media for Growth and Enumeration of Fungi from Water. **Laboratory Protocols in Fungal Biology: Current Methods in Fungal Biology, Fungal Biology**.

Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M., dan Muhammad, K. 2008. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. **Journal of Appl Phycol** 21:75–80.

Meenambal, T., Uma, R.N., Saravannan S. 2003. Study on biodegradation of fruit waste aerobic composting. **Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health**. India, 15-17 December, 2003. Chennai: Department of Geography.

Isroi. 2004. Pengomposan Limbah Padat Organik. <<http://isroi.ipard.com>> [15 September 2015].

Mlangeni, A. N. J. T., Sajidu, S., dan Chiotha, S. S. 2013. Total Kjeldahl-N, Nitrate-N, C/N Ratio and pH Improvements in Chimato Composts Using Tithonia Diversifolia. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 5, No. 10.

Mujahidy, J. A., Hassan, M., Rahman, M., dan Rashid, M. 2013. Isolation and characterization of *Rhizobium* spp. And determination of their potency for growth factor production. **International Research Journal of Biotechnology** (ISSN: 2141-5153) Vol. 4(7) pp. 117-123.

Mukherjee, T. K., Raghavan, A., dan Chatterji, D. 1998. Shortage of nutrient in bacteria: The Stringent Response. **Review Article Current Science** Volume 75, No. 7.

Ncbi. 2015. **Taxonomy *Rhizobium leguminosarum***. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/>> [15 September 2015].

Neeraj, Gaurav, S.S., Chatterjee, S.C., Sachin, dan Chandra, M. 2009. Efficient Nitrogen Fixing Rhizobial Isolate Infecting *Vigna radiata* L. **Asian Journal of Agricultural Sciences** 1(2): 62-65.

Ooi, T. C., Ariff, A. B., Halimi, M. S., dan Shamsuddin, Z. H. 2008. Growth kinetics of diazotrophic *Bacillus sphaericus* UPMB 10 cultured using different types and concentrations of carbon and

nitrogen sources. **Malaysian Journal of Microbiology**, Vol 4(2), pp. 15- 25.

Partanen, P., Hultman, J., Paulin, L., Auvinen, P. , dan Romantschuk, M. 2010. Bacterial diversity at different stages of the composting process. **Research Article BMC Microbiology** 10-94 <<http://www.biomedcentral.com/1471-2180/10/94>> [25 Agustus 2015].

Petric, I., dan Selimbaz,V. 2007. Composting of poultry manure and wheat straw in a closed reactor: optimum mixture ratio and evolution of parameters. **Journal of Biodegradation** 19:53–63

Pitt dan Hocking, A. D. 2009. **Fungi and Food Spoilage**. Second Edition. Springer, New York.

Poole, P. dan Allaway, D. 2000. Carbon and nitrogen metabolism in *Rhizobium*. **Advances In Microbial Physiology** Volume 43.

Prastiwi, W.D., Achmadi, J., Nurwantoro.2006. Populasi Mikrobial Sisa Susu Pada Peralatan Unit Pendingin Susu Akibat Lama Penyimpanan Dan Aras Penambahan Dedak Padi. **Jurnal Indon.Trop.Anim.Agric.** 31.

Ravimannan, N., Arulanantham, R., Pathmanathan, S., dan Niranjan, K. 2014. Alternative culture media for fungal growth using different formulation of protein sources. **Journal of Annals of Biological Research**, 5 (1):36-39.

Richard et al., 2001. The science and engineering of composting. <<http://www.cfe.cornell.edu> > [7 September 2015].

Romano, P. 1998. Laboratory procedures for microorganisms. Artikel **CABRI**. April 2013.

Sadik, M.W., El Shaer, H.M., Yakot, H. M. Recycling of Agriculture and Animal Farm Wastes into Compost Using Compost Activator in Saudi Arabia. **J. Int. Environmental Application & Science**, Vol. 5 (3): 397-403.

Samson, R.A., E.S. Hoekstra, & J.C. Frisvad. 2004. **Introduction To Food And Airborne Fungi**. Utrecht : Centraalbureau Voor Schimmelcultures.

Siboro, E. S., Surya, E., dan Herlina N. 2013. Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. **Jurnal Teknik Kimia USU**, Vol. 2, No. 3.

Singha, B., Das, P., Mazumder P. B. 2015. Morphological and biochemical characterization of *Rhizobia* isolated from root nodule of *Crotalaria Juncea* l. Grown in assam. **International Journal of Science and Research**. Volume 4 Issue 4.

Skinner, C. dan Lin, S. J. 2010. Effects of calorie restriction on life span of microorganisms. **Journal of Appl Microbiol Biotechnol** 88:817–828.

Sriharti dan Salim, T. 2008. Pemanfaatan Limbah Saribuah Jambu Biji (*Psidium Guajava* L) Untuk Pembuatan Kompos Dengan Menggunakan Berbagai Bahan Aktivator. **Jurnal LIPI** ISBN : 978-979-3980-15-7.

Suzuki, Y., Tsujimoto, Y., Matsui, H., dan Watanabe, K. 2006. Decomposition of extremely hard-to-degrade animal proteins by thermophilic bacteria. **Journal of Bioscience and Bioengineering** Vol. 102, No. 2, 73–81.

Syafrudin, dan Zaman B. 2007. Pengomposan limbah teh hitam dengan penambahan kotoran kambing pada variasi yang berbeda

dengan menggunakan starter em4 (effective microorganism-4). **Jurnal Teknik** Vol. 28 No. 2, ISSN 0852-1697.

Touratier, F., Legendre', L., dan Vezina, A. 1999. Model of bacterial growth influenced by substrate C:N ratio and concentration. **Journal of Aquatic Microbial Ecology** Vol. 19, 105-118.

Tripetchkul, S., Pundee, K., Koonsrisuk, S., dan Akeprathumchai, S. 2012. Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes. **International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture** 2012, 1:15.

Uzeh, R. E., Akinola, S. O., dan and Olatope, S. O. A. 2006. Production of peptone from soya beans (*Glycine max* L merr) and African locust beans (*Parkia biglobosa*). **African Journal of Biotechnology** Vol. 5 (18), pp. 1684-1686.

Uzunova, T. D., dan Donev, T. 2005. Anabiosis and conservation of microorganisms. **Journal Of Culture Collections** Volume 4, page 17-28.

Varma, V. S., dan Kalamdhad, A. S. 2014. Stability and microbial community analysis during rotary drum composting of vegetable waste. **International Journal Recycle Organic Waste Agricult** 3:52.

Washington State University (WSU). 2012. Fundamentals of composting: Why compost, material and methods to ensure quality compost. **Whatcom Extension Research Report Washington State University**.

Woodford, P.B. 2009. In-vessel composting model with multiple substrate and microorganism types. **Disertasi**. Kansas: Kansas State University.

Woomer, P. L., Karanja, N., Kisamuli, S. M., Murwira, M., dan Bala, A. 2011. A revised manual for rhizobium methods and standard protocols available on the project website. **A revised manual for rhizobium methods and standard protocols available on the project website.**

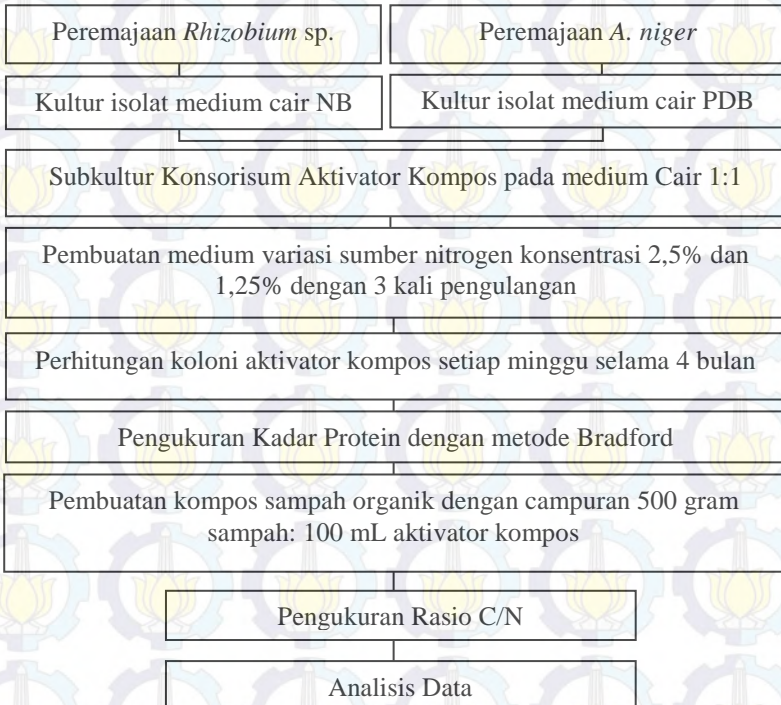
Xu, J., Wang, L., Ridgway, D., Gu, T., dan Moo, M. 2000. Increased Heterologous Protein Production in *Aspergillus niger* Fermentation through Extracellular Proteases Inhibition by Pelleted Growth. **Biotechnol. Prog.** 16, 222–227.

Yang. 1998. Characteristics from *Rhizobium*. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Vol. 39.

Zhen, Z., Liu, H., Wang, N., Guo, L., Meng, J., Ding, N., Wu, G., Jiang, G. 2014. Effects of manure compost application on soil microbial community diversity and soil microenvironments in a temperate cropland in china. **PLoS ONE** 9(10): e10855.

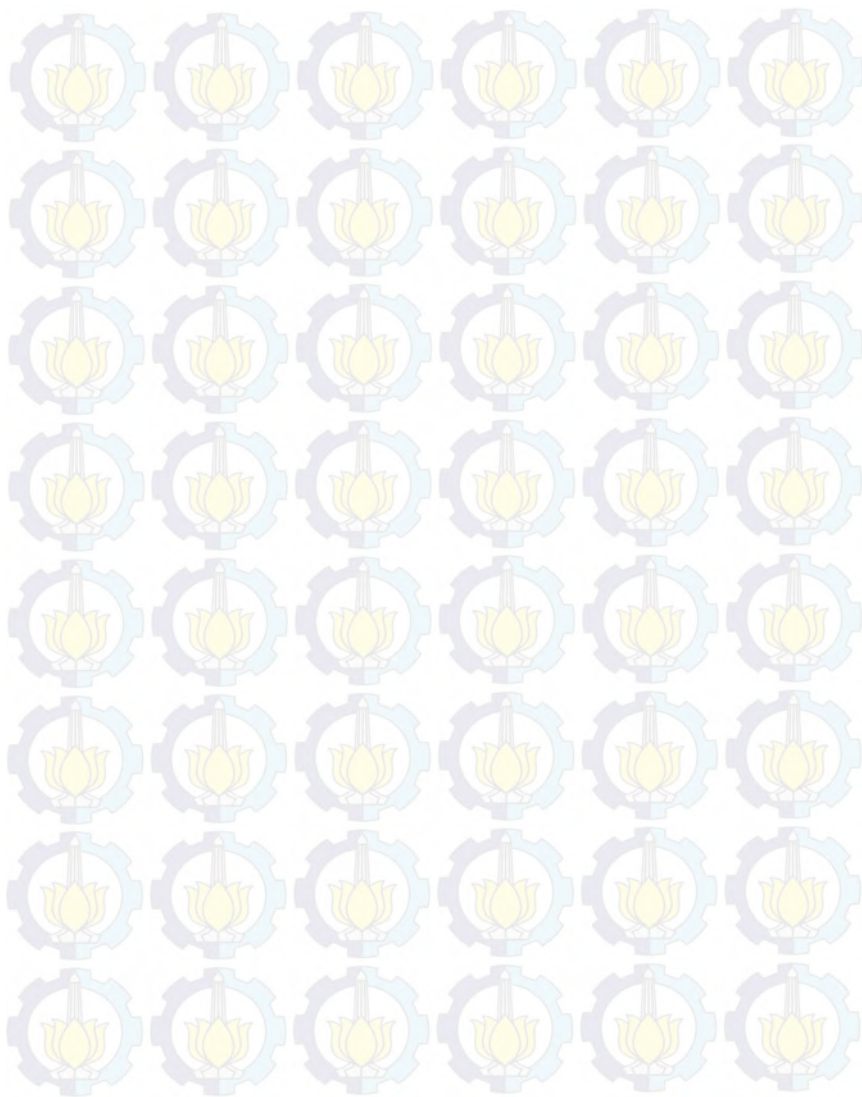
LAMPIRAN

Lampiran 1.



Gambar 1. Skema Kerja Penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Lampiran 2. Media *Nutrient Agar* (NA)

Pembuatan Media NA 1 L dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. NA sebanyak 20 gram dilarutkan dalam 1 liter akuades kemudian dipanaskan hingga suhu 100°C sambil diaduk menggunakan magnetic stirer sampai larut.
2. NA dibuat agar miring dengan cara 5 ml NA dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditutup dengan sumbat dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm.
3. Tabung berisi NA yang telah steril diletakkan dalam posisi miring dan dibiarkan memadat
4. NA pada cawan petri dibuat dengan cara memasukkan NA 20 mL pada cawan petri steril dan dibiarkan memadat

Lampiran 3. Minimal Medium

Pembuatan minimal medium 1 L dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. *Komposisi minimal medium disiapkan berupa Disodium Phosphate Heptahydrate 1 gram/L, Monopotassium Phosphate 1 gram/L, Sodium Chloride 0,5 gram/L*
2. Semua bahan dilarutkan dalam 1 L akuades.
3. Minimal medium dimasukkan ke dalam botol sebanyak 150 mL untuk penambahan variasi sumber nitrogen

Lampiran 4. Penambahan Variasi Sumber Nitrogen

Pembuatan variasi sumber nitrogen dilakukan dengan cara sebagai berikut.

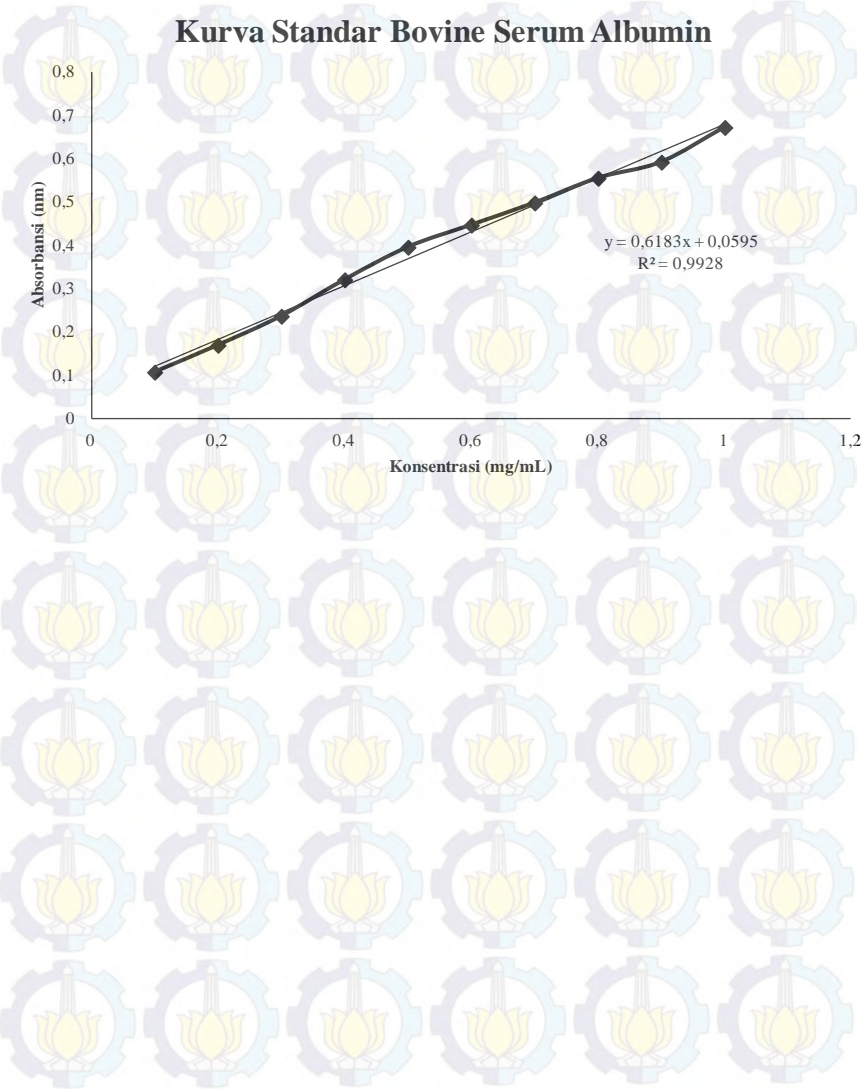
1. Variasi sumber nitrogen berupa pepton, *yeast extract*, susu skim, dan rumput laut ditimbang sesuai dengan konsentrasi 1,25% dan 2,5 % sebanyak 2,5 gram dan 5 gram
2. Masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam botol berisi minimal medium
3. Botol kemudian ditutup dengan sumbat dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm.
4. Medium yang telah steril dibiarkan dingin pada suhu ruang dan siap diinokulasikan aktivator kompos.

Lampiran 5. Pembuatan Kurva Standar

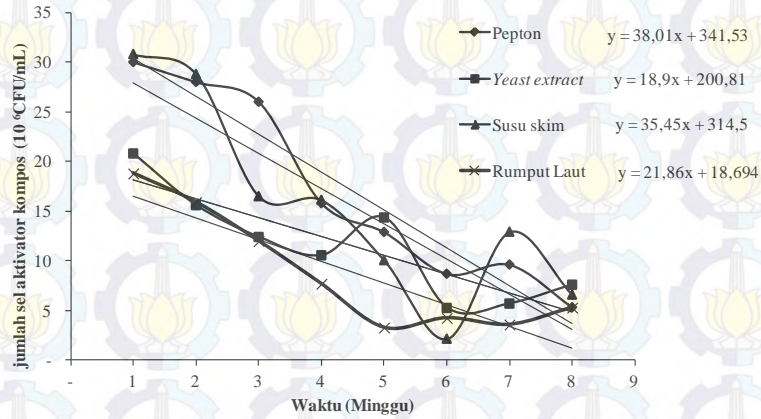
Pembuatan Kurva Standar BSA dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Reagen Bradford dibuat dengan melarutkan 100 mg *coomasie brilliant blue* (CBB) G-250 kedalam 50 mL etanol 95 % dan ditambahkan 100 mL asam fosfor 85 %. Larutan dilarutkan dengan akuades hingga volume akhir mencapai 1 L.
2. Larutan standar protein dibuat dengan menimbang Bovine Serum Albumin (BSA) dan dilarutkan dalam H₂O sehingga diperoleh larutan standar BSA dengan berbagai konsentrasi (w/v).
3. Larutan BSA sebanyak 0.1 mL yang akan diuji ditambahkan 5 mL reagen Bradford. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm.
4. Hasil absorpsi tersebut dibuat regresi linear dan didapatkan persamaan $y = ax + b$, dimana y adalah nilai absorbansi dan x adalah nilai konsentrasi protein standar BSA. Standar protein yang diperoleh dari nilai absorbansi standar yang akan didapatkan kadar protein terlarut dari larutan ekstrak substrat.

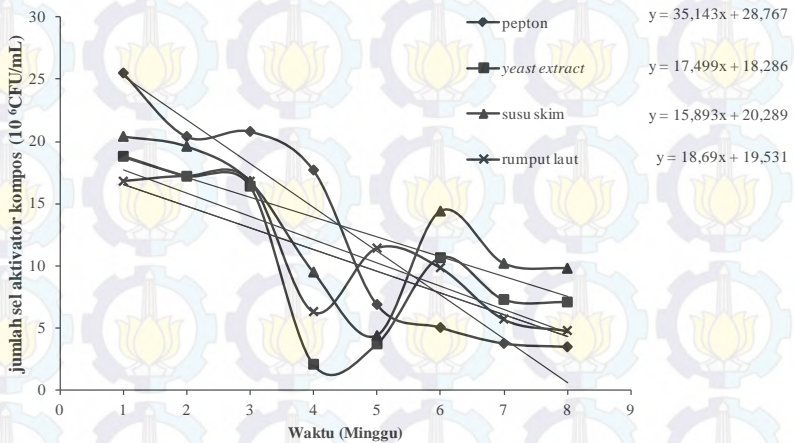
Lampiran 6. Kurva Standar Bovine Serum Albumin



Lampiran 7. Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos



Gambar 1. Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 1,25%.



Gambar 2. Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 2,5%.

Lampiran 8. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Pepton 1,25% dan 2,5%

Waktu	Pepton 1,25%												Rata-Rata Pepton 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	44	158	0	52	>300	>300	>300	>300	44	158	0	56	44	158	0	54
2	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
3	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0
4	44	158	0	52	>300	>300	>300	>300	44	158	0	56	44	158	0	54
5	>300	>300	132	0	>300	>300	132	0	>300	>300	123	0	>300	>300	129	0
6	0	55	84	0	0	73	150	0	0	55	55	0	0	61	96,33333	0
7	0	0	96	0	0	0	82	0	0	0	83	9	0	0	87	3
8	0	0	4	1	0	0	5	59	0	0	7	101	0	0	5,333333	53,66667

Waktu	Pepton 2,5%												Rata-Rata Pepton 2,5 % (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6				
1	77	109	103	21	>300	>300	>300	>300	78	110	104	22	77,5	109,5	103,5	21,5
2	>300	>300	255	18	>300	>300	256	140	127	78	255	44	>300	>300	255,3333	67,33333
5	>300	>300	221	89	>300	224	218	48	>300	>300	211	34	>300	222,5	216,6667	57
4	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
5	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
6	141	152	90	0	141	104	288	0	141	116	154	0	141	108	177,3333	0
7	0	0	108	78	0	0	78	124	0	0	21	125	0	0	69	109
8	0	0	18	0	0	0	1	1	0	0	9	>300	0	0	9,333333	50,5

Lampiran 9. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada *Yeast Extract* 1,25% dan 2,5%

Waktu	Yeast Extract 1,25%												Rata-Rata <i>Yeast Extract</i> 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam <i>serial dillution</i>															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	71	58	65	0	71	201	151	0	71	58	101	0	71	105,6667	105,6667	0
2	>300	>300	156	18	>300	98	156	140	127	78	156	44	>300	>300	156	67,33333
3	>300	>300	124	21	>300	98	123	140	127	78	124	56	>300	>300	123,6667	72,33333
4	0	0	8	3	0	0	50	3	0	0	2	152	0	0	20	52,66667
5	>300	162	120	0	>300	220	151	0	>300	178	160	0	>300	186,6667	143,6667	0
6	0	171	176	0	0	130	176	0	0	130	0	0	0	143,6667	117,3333	0
7	71	58	65	0	71	201	151	0	71	58	101	0	71	105,6667	105,6667	0
8	0	31	211	0	0	41	16	0	0	0	1	0	0	24	76	0

Waktu	Yeast extract 2,5%												Rata-rata <i>Yeast extract</i> 2,5% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam <i>serial dillution</i>															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	231	198	136	1	>300	156	189	6	282	37	240	2	256,5	117,5	188,3333	3
2	0	171	176	0	0	130	176	0	0	171	176	0	0	157,3333	176	0
3	0	192	172	0	0	172	153	0	0	0	192	0	0	121,3333	172,3333	0
4	0	108	156	0	0	120	156	0	0	13	156	0	0	80,33333	156	0
5	0	106	130	0	0	2	118	0	0	>300	84	0	0	0	110,6667	0
6	0	289	110	0	0	135	0	0	0	289	110	0	0	237,6667	73,33333	0
7	0	0	2	0	0	52	94	0	0	13	16	0	0	21,66667	37,33333	0
8	25	41	12	0	25	52	48	0	25	45	30	0	25	46	30	0

Lampiran 10. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Susu Skim 1,25% dan 2,5%

Waktu	Susu skim 1,25%												Rata-rata Susu skim 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	>300	>300	162	166	>300	0	161	186	>300	>300	162	132	>300	>300	161,6667	161,3333
2	>300	>300	308	18	>300	208	308	140	127	78	308	44	>300	>300	308	67,33333
3	>300	156	288	23	>300	168	154	140	127	78	308	44	>300	>300	250	69
4	>300	280	288	18	>300	200	196	140	127	78	200	44	>300	>300	228	67,33333
5	>300	>300	162	166	>300	0	161	186	>300	>300	162	132	>300	>300	161,6667	161,3333
6	0	>300	162	0	0	164	142	0	>300	>300	162	0	0	>300	155,3333	0
7	0	108	141	0	0	212	106	0	0	108	141	0	0	142,6667	129,3333	0
8	6	3	3	7	>300	>300	210	300	7	4	4	3	6,5	3,5	72,33333	103,3333

Waktu	Susu skim 2,5%												Rata-rata Susu skim 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	1	10	204	8	4	3	102	76	2	11	204	9	2,333333	8	204	31
2	87	0	196	44	87	0	45	144	87	0	196	101	87	0	196	96,33333
3	162	0	165	29	162	0	167	35	162	0	168	39	162	0	168	34,33333
4	0	21	152	0	0	56	228	0	0	21	152	0	0	32,66667	177,3333	0
5	0	0	126	44	0	0	146	126	0	0	160	78	0	0	144	82,66667
6	162	0	108	29	162	0	121	35	162	0	56	39	162	0	95	34,33333
7	0	0	16	20	0	0	51	33	0	0	65	32	0	0	44	28,33333
8	87	0	21	44	87	0	45	144	87	0	55	101	87	0	40,33333	96,33333

Lampiran 11. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Rumput Laut 1,25% dan 2,5%

Waktu	Rumput Laut 1,25%												Rata-Rata Rumput Laut 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	60	0	115	28	60	0	69	69	60	0	47	53	60	0	77	50
2	>300	>300	188	18	>300	98	189	140	127	78	188	44	>300	>300	188,3333	67,33333
3	25	0	159	2	25	0	154	57	25	0	165	0	25	0	159,3333	19,66667
4	0	13	5	0	0	15	0	0	0	13	5	0	0	14	5	0
5	0	0	160	1	0	0	120	158	0	0	95	0	0	0	125	53
6	0	0	111	12	0	0	17	74	0	0	0	89	0	0	42,66667	58,33333
7	>300	8	12	2	25	8	0	57	25	84	17	0	>300	0	9,666667	19,66667
8	60	0	115	28	60	0	69	69	60	0	47	53	60	0	77	50

Waktu	Rumput laut 2,5%												Rata-Rata Rumput laut 2,5% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	58	210	43	37	13	5	2	2	13	210	43	37	28	141,66667	29,33333	25,33333
2	210	0	69	28	270	0	160	140	270	0	69	152	250	0	99,33333	106,6667
3	6	1	1	12	6	11	3	4	6	8	15	13	6	6,666667	6,33333	9,666667
4	0	142	99	102	0	63	130	205	0	>300	114	126	0	102,5	114,3333	144,3333
5	0	0	141	126	0	0		106	0	0	0	64	0	0	47	98,66667
6	0	13	76	0	0	43	46	0	0	13	76	0	0	28	66	0
7	0	84	24	0	0	25	64	0	0	84	24	0	0	54,5	37,33333	0
8	0	84	57	0	0	25	57	0	0	84	57,3	0	0	54,5	57,1	0

Lampiran 12. Tabel Rekapitulasi Jumlah sel CFU/mL Konsentrasi 1,25% dan 2,5%

Waktu	Jumlah konsorsium Konsentrasi 1,25%			
	Pepton	<i>Yeast extract</i>	Susu skim	Rumput Laut
1	15.800.000	10.500.000	16.100.000	7.700.000
2	28.000.000	20.800.000	30.800.000	18.800.000
3	26.000.000	15.600.000	25.000.000	15.900.000
4	15.800.000	12.400.000	22.800.000	14.000.000
5	12.900.000	14.300.000	16.130.000	12.500.000
6	9.600.000	11.700.000	16.200.000	12.000.000
7	8.700.000	10.500.000	12.900.000	9.600.000
8	5.300.000	7.600.000	7.200.000	7.700.000

Waktu	Jumlah konsorsium Konsentrasi 1,25%			
	pepton	<i>yeast extract</i>	susu skim	rumput laut
1	10.350.000	18.800.000	20.400.000	16.800.000
2	25.500.000	17.600.000	19.600.000	17.200.000
3	21.700.000	17.200.000	16.800.000	16.800.000
4	20.400.000	15.600.000	17.730.000	11.430.000
5	20.800.000	10.000.000	14.400.000	9.930.000
6	17.700.000	7.300.000	9.500.000	9.860.000
7	6.900.000	3.730.000	4.400.000	6.330.000
8	5.050.000	3.000.000	4.030.000	5.730.000

Lampiran 13. Tabel Kadar Protein Pepton dan *Yeast Extract*

Pepton 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,114	0,12	0,12	0,118	0,190845868	1	0,168	0,173	0,167	0,1693333	0,273869211
2	0,16	0,152	0,142	0,1513333	0,24475713	2	0,214	0,222	0,223	0,2196667	0,355275217
3	0,084	0,081	0,178	0,1143333	0,184915629	3	0,256	0,252	0,202	0,2366667	0,382769961
4	0,055	0,052	0,055	0,054	0,087336245	4	0,169	0,177	0,177	0,1743333	0,281955901
5	0,041	0,042	0,042	0,0416667	0,067389078	5	0,127	0,135	0,15	0,1373333	0,2221144
6	0,04	0,039	0,042	0,0403333	0,065232627	6	0,104	0,106	0,105	0,105	0,169820475
7	0,021	0,017	0,018	0,0186667	0,030190307	7	0,071	0,068	0,066	0,0683333	0,110518087
8	0,021	0,023	0,01	0,018	0,029112082	8	0,124	0,022	0,018	0,0546667	0,08841447

Yeast Extract 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,197	0,173	0,167	0,179	0,289503477	1	0,135	0,143	0,14	0,139333	0,22534908
2	0,212	0,203	0,186	0,200333	0,324006685	2	0,113	0,118	0,117	0,116	0,18761119
3	0,129	0,119	0,103	0,117	0,18922853	3	0,104	0,106	0,105	0,105	0,16982048
4	0,092	0,099	0,1	0,097	0,156881773	4	0,109	0,114	0,115	0,112667	0,18222007
5	0,067	0,07	0,072	0,069667	0,112674538	5	0,069	0,075	0,079	0,074333	0,12022211
6	0,055	0,052	0,05	0,052333	0,084640681	6	0,059	0,114	0,056	0,076333	0,12345679
7	0,04	0,042	0,039	0,040333	0,065232627	7	0,138	0,052	0,045	0,078333	0,12669147
8	0,04	0,042	0,039	0,040333	0,065232627	8	0,039	0,049	0,05	0,046	0,07439754

Lampiran 14. Tabel Kadar Protein Susu Skim dan Rumput Laut

Susu Skim 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,066	0,056	0,051	0,0576667	0,093266483	1	0,063	0,142	0,141	0,1153333	0,186532967
2	0,12	0,115	0,107	0,114	0,184376516	2	0,201	0,187	0,204	0,1973333	0,319154671
3	0,047	0,048	0,044	0,0463333	0,074936654	3	0,104	0,102	0,106	0,104	0,168203138
4	0,042	0,045	0,049	0,0453333	0,073319316	4	0,107	0,104	0,099	0,1033333	0,167124912
5	0,066	0,056	0,051	0,0576667	0,093266483	5	0,077	0,068	0,072	0,0723333	0,116987439
6	0,644	0,645	0,0638	0,4509333	0,729311553	6	0,059	0,065	0,066	0,0633333	0,102431398
7	0,404	0,402	0,405	0,4036667	0,652865384	7	0,066	0,067	0,066	0,0663333	0,107283412
8	0,404	0,402	0,405	0,4036667	0,652865384	8	0,029	0,03	0,03	0,0296667	0,047981023

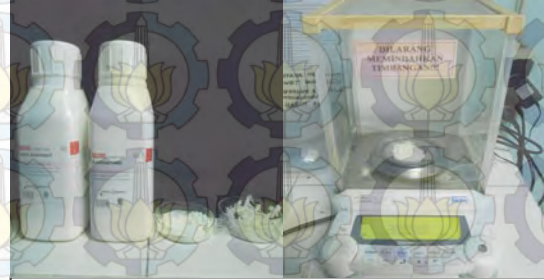
Rumput Laut 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,072	0,078	0,059	0,0696667	0,112674538	1	0,072	0,078	0,075	0,075	0,12130034
2	0,063	0,061	0,061	0,0616667	0,099735835	2	0,06	0,166	0,168	0,1313333	0,212410373
3	0,036	0,038	0,036	0,0366667	0,059302388	3	0,081	0,082	0,078	0,0803333	0,129926142
4	0,08	0,078	0,078	0,0786667	0,127230578	4	0,11	0,098	0,097	0,1016667	0,164429349
5	0,08	0,078	0,078	0,0786667	0,127230578	5	0,11	0,098	0,097	0,1016667	0,164429349
6	0,063	0,066	0,069	0,066	0,106744299	6	0,066	0,064	0,071	0,067	0,108361637
7	0,061	0,055	0,055	0,057	0,092188258	7	0,087	0,089	0,089	0,0883333	0,142864844
8	0,056	0,056	0,053	0,055	0,088953582	8	0,042	0,001	0,042	0,0283333	0,045824573

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 15. Gambar Pembuatan Medium Variasi Sumber Nitrogen



Pembuatan minimal medium dan dimasukkan ke dalam botol uji



Penimbangan Bahan Variasi Sumber Nitrogen

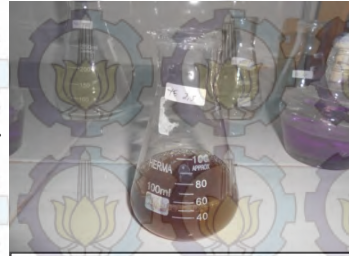


Medium dihomogenkan

Lampiran 16. Pembuatan Konsorsium Aktivator Kompos



Preparasi Alat dan Bahan



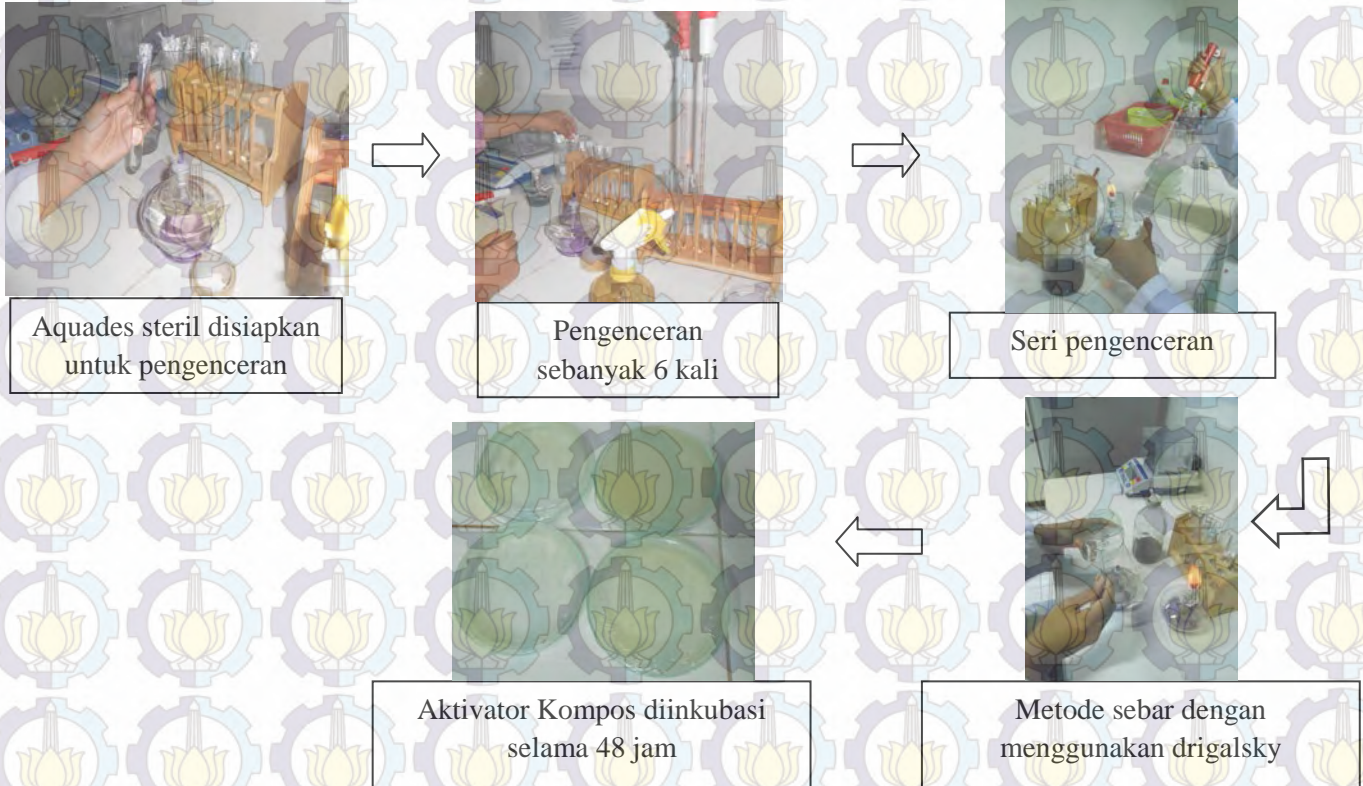
Media Kultur cair
Aktivator Kompos

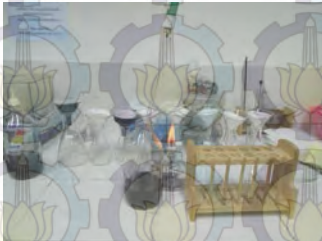


Kultur cair *Rhizobium* sp. dan *Aspergillus niger* dimasukkan medium

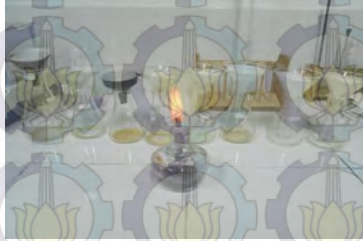


Aktivator Kompos dimasukkan ke dalam medium Variasi Sumber Nitrogen

Lampiran 17. Perhitungan Jumlah Konsoridium Metode TPC

Lampiran 18. Ekstraksi Protein

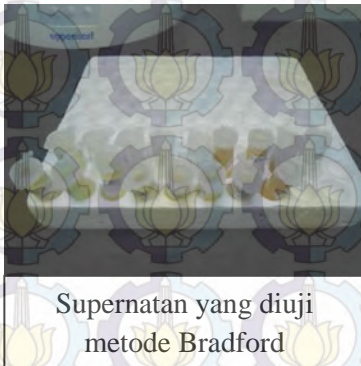
Pengambilan sampel
uji protein terlarut



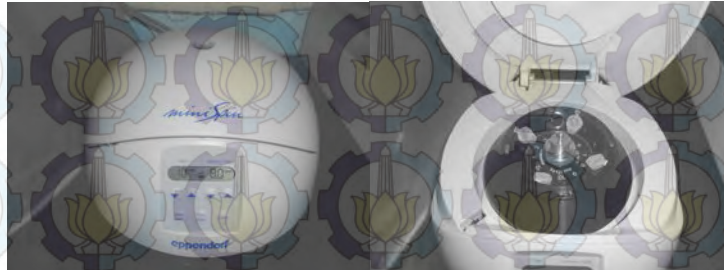
Penyaringan untuk
memisahkan sel dan protein
kasar



Pengambilan sampel
untuk sentrifugasi



Supernatan yang diuji
metode Bradford



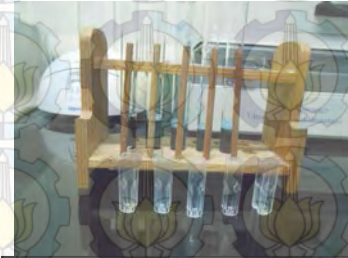
Proses sentrifugasi berlangsung

Lampiran 19. Pengukuran Kadar Protein (Uji Bradford)

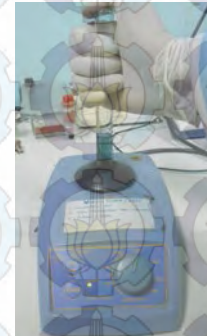
Alat dan Bahan untuk uji
Bradford



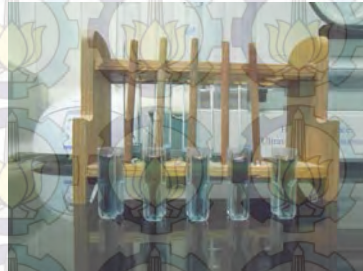
Pengambilan sampel dan
reagen Bradford



Campuran reagen dan
sampel uji



Sampel uji dihomogenkan
dengan vortex



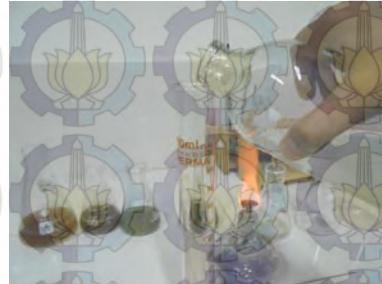
Supernatan yang diuji
metode Bradford



Pengukuran dengan
Spektrofotometer

Lampiran 20. Pembuatan Pupuk Kompos dan Pengukuran Suhu Kompos

Sampah dipotong dan
diaduk



Preparasi aktivator kompos



Pencampuran sampah
dan aktivaotor kompos



Pengukuran suhu



Kompos diinkubasi selama
10 hari

Lampiran 21. Pengukuran Rasio C/N

Persiapan alat dan bahan
pengukuran kadar C



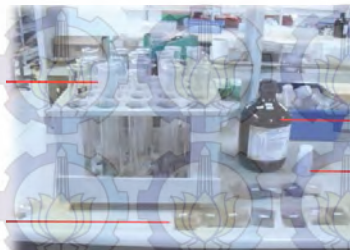
Sampel diencerkan
dengan aquades



FeSO_4 ditambahkan
ke dalam campuran



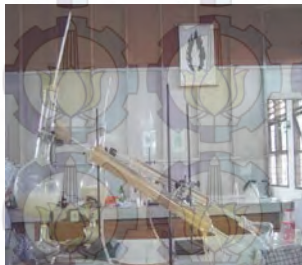
Titrasi sampel
dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Proses destruksi sampel



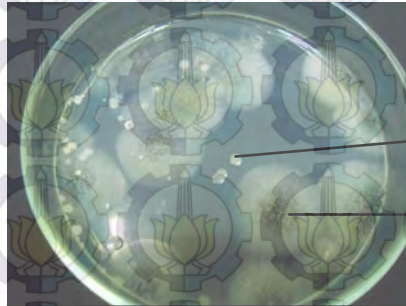
Penambahan
selenium dan H_2SO_4



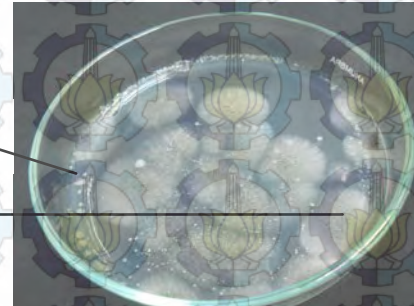
Proses destilasi



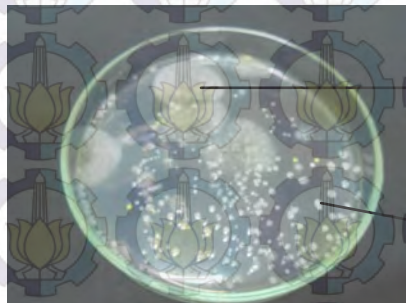
Proses titrasi dengan
 HCl

Lampiran 22. Perhitungan Total Plate Count 10^6 CFU/mL

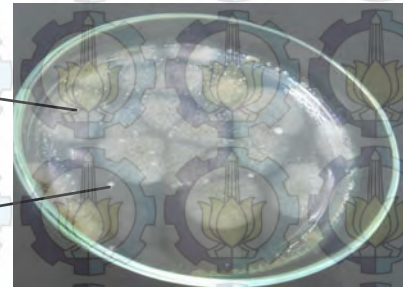
Hasil TPC medium pepton
1,25% total 13×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium pepton
2,5% total 25×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium *Yeast extract*
1,25% total 21×10^6 CFU/mL



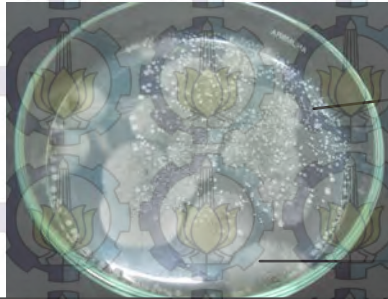
Hasil TPC medium *Yeast extract*
2,5% total 19×10^6 CFU/mL

Rhizobium sp.

A.niger

A.niger

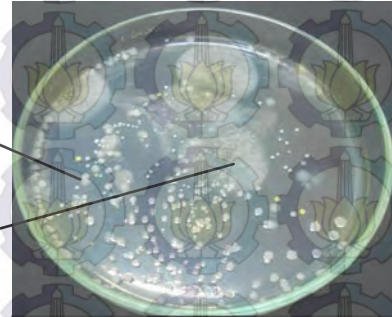
Rhizobium sp.

Lampiran 23. Hasil Perhitungan *Total Plate Count* 10^6 CFU/mL

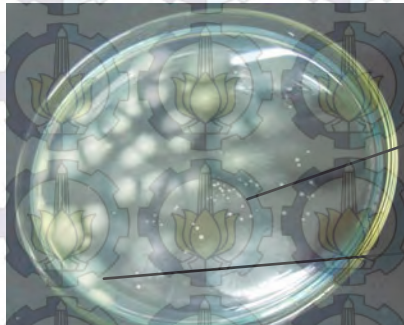
Hasil TPC medium susu skim
1,25% 31×10^6 CFU/mL

Rhizobium sp.

A.niger



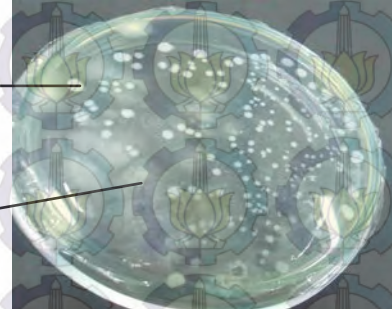
Hasil TPC medium susu skim 2,5% 20×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium rumput laut 1,25% 19×10^6 CFU/mL

Rhizobium sp.

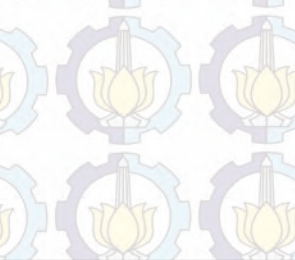
A.niger



Hasil TPC medium rumput laut 2,5% 17×10^6 CFU/mL

Lampiran 24. Pupuk Kompos Hari ke-3

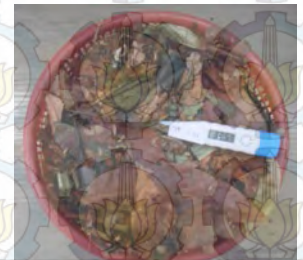
aktivator kompos pada
pepton 1,25%



aktivator kompos pada
pepton 2,5%



aktivator kompos pada
yeast extract 1,25%



aktivator kompos pada
yeast extract 2,5%



aktivator kompos pada
susu skim 1,25%



aktivator kompos pada
susu skim 2,5%



aktivator kompos pada
rumput laut 1,25%



aktivator kompos pada
rumput laut 2,5%

Lampiran 25. Hasil Kompos Selama 10 Hari



Kompos hari ke-1



Kompos hari ke-2



Kompos hari ke-3



Kompos hari ke-4



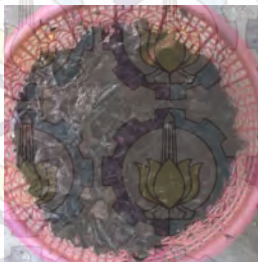
Kompos hari ke-5



Kompos hari ke-6



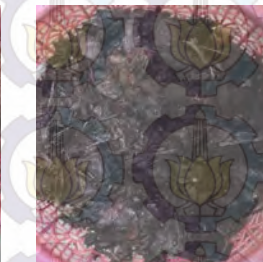
Kompos hari ke-7



Kompos hari ke-8



Kompos hari ke-9

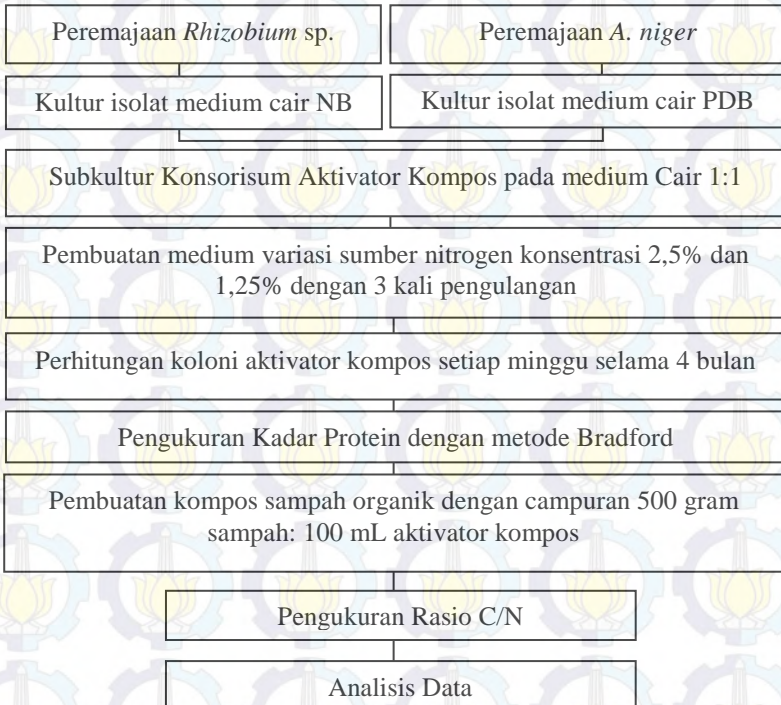


Kompos hari ke-10

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1.



Gambar 1. Skema Kerja Penelitian

Lampiran 2. Media *Nutrient Agar* (NA)

Pembuatan Media NA 1 L dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. NA sebanyak 20 gram dilarutkan dalam 1 liter akuades kemudian dipanaskan hingga suhu 100°C sambil diaduk menggunakan magnetic stirer sampai larut.
2. NA dibuat agar miring dengan cara 5 ml NA dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditutup dengan sumbat dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm.
3. Tabung berisi NA yang telah steril diletakkan dalam posisi miring dan dibiarkan memadat
4. NA pada cawan petri dibuat dengan cara memasukkan NA 20 mL pada cawan petri steril dan dibiarkan memadat

Lampiran 3. Minimal Medium

Pembuatan minimal medium 1 L dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. *Komposisi minimal medium disiapkan berupa Disodium Phosphate Heptahydrate 1 gram/L, Monopotassium Phosphate 1 gram/L, Sodium Chloride 0,5 gram/L*
2. Semua bahan dilarutkan dalam 1 L akuades.
3. Minimal medium dimasukkan ke dalam botol sebanyak 150 mL untuk penambahan variasi sumber nitrogen

Lampiran 4. Penambahan Variasi Sumber Nitrogen

Pembuatan variasi sumber nitrogen dilakukan dengan cara sebagai berikut.

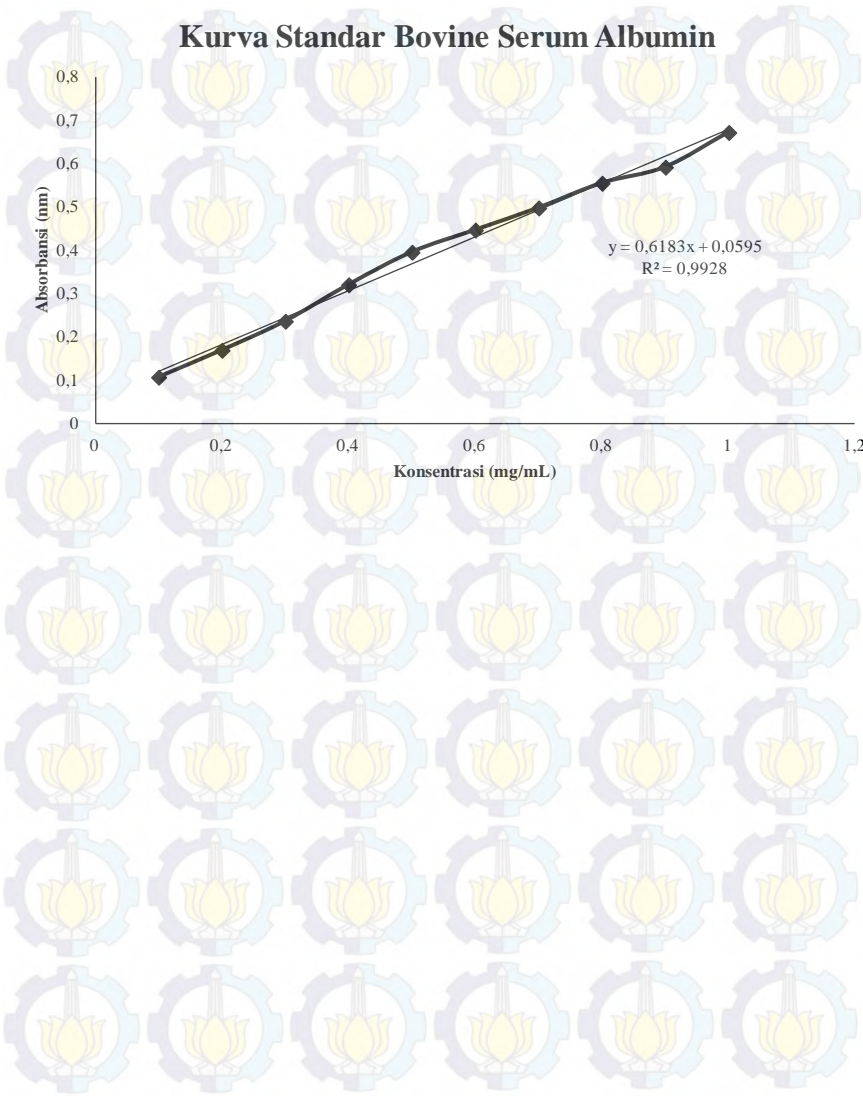
1. Variasi sumber nitrogen berupa pepton, *yeast extract*, susu skim, dan rumput laut ditimbang sesuai dengan konsentrasi 1,25% dan 2,5 % sebanyak 2,5 gram dan 5 gram
2. Masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam botol berisi minimal medium
3. Botol kemudian ditutup dengan sumbat dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm.
4. Medium yang telah steril dibiarkan dingin pada suhu ruang dan siap diinokulasikan aktivator kompos.

Lampiran 5. Pembuatan Kurva Standar

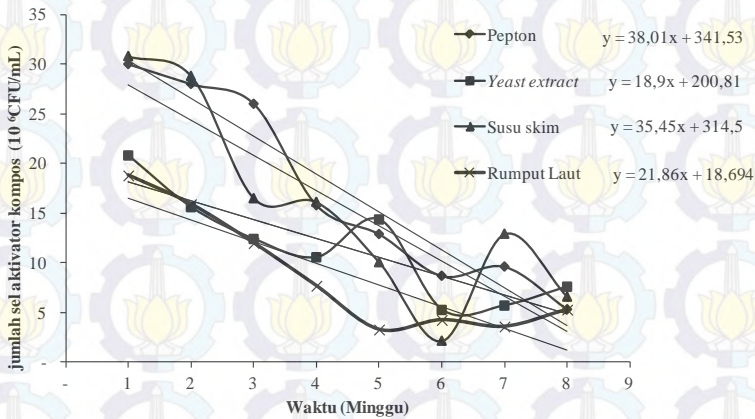
Pembuatan Kurva Standar BSA dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Reagen Bradford dibuat dengan melarutkan 100 mg *coomasie brilliant blue* (CBB) G-250 kedalam 50 mL etanol 95 % dan ditambahkan 100 mL asam fosfor 85 %. Larutan dilarutkan dengan akuades hingga volume akhir mencapai 1 L.
2. Larutan standar protein dibuat dengan menimbang Bovine Serum Albumin (BSA) dan dilarutkan dalam H₂O sehingga diperoleh larutan standar BSA dengan berbagai konsentrasi (w/v).
3. Larutan BSA sebanyak 0.1 mL yang akan diuji ditambahkan 5 mL reagen Bradford. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm.
4. Hasil absorpsi tersebut dibuat regresi linear dan didapatkan persamaan $y = ax + b$, dimana y adalah nilai absorbansi dan x adalah nilai konsentrasi protein standar BSA. Standar protein yang diperoleh dari nilai absorbansi standar yang akan didapatkan kadar protein terlarut dari larutan ekstrak substrat.

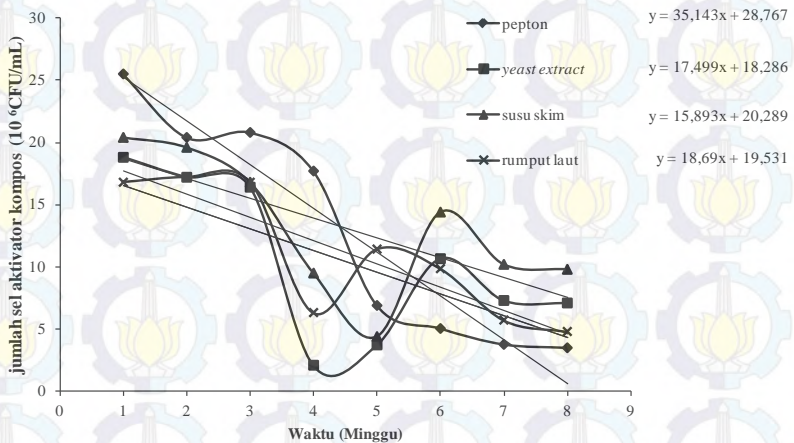
Lampiran 6. Kurva Standar Bovine Serum Albumin



Lampiran 7. Kemiringan Kurva Pertumbuhan Aktivator Kompos



Gambar 1. Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 1,25%.



Gambar 2. Variasi Sumber Nitrogen Konsentrasi 2,5%.

Lampiran 8. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Pepton 1,25% dan 2,5%

Waktu	Pepton 1,25%												Rata-Rata Pepton 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	44	158	0	52	>300	>300	>300	>300	44	158	0	56	44	158	0	54
2	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
3	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0	>300	>300	260	0
4	44	158	0	52	>300	>300	>300	>300	44	158	0	56	44	158	0	54
5	>300	>300	132	0	>300	>300	132	0	>300	>300	123	0	>300	>300	129	0
6	0	55	84	0	0	73	150	0	0	55	55	0	0	61	96,33333	0
7	0	0	96	0	0	0	82	0	0	0	83	9	0	0	87	3
8	0	0	4	1	0	0	5	59	0	0	7	101	0	0	5,333333	53,66667

Waktu	Pepton 2,5%												Rata-Rata Pepton 2,5 % (CFU/mL)			
	1				2				3							
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6				
1	77	109	103	21	>300	>300	>300	>300	78	110	104	22	77,5	109,5	103,5	21,5
2	>300	>300	255	18	>300	>300	256	140	127	78	255	44	>300	>300	255,3333	67,33333
5	>300	>300	221	89	>300	224	218	48	>300	>300	211	34	>300	222,5	216,6667	57
4	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
5	>300	>300	280	18	>300	98	280	140	127	78	280	44	>300	>300	280	67,33333
6	141	152	90	0	141	104	288	0	141	116	154	0	141	108	177,3333	0
7	0	0	108	78	0	0	78	124	0	0	21	125	0	0	69	109
8	0	0	18	0	0	0	1	1	0	0	9	>300	0	0	9,333333	50,5

Lampiran 9. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada *Yeast Extract* 1,25% dan 2,5%

Waktu	Yeast Extract 1,25%												Rata-Rata <i>Yeast Extract</i> 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam <i>serial dillution</i>															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6				
1	71	58	65	0	71	201	151	0	71	58	101	0	71	105,6667	105,6667	0
2	>300	>300	156	18	>300	98	156	140	127	78	156	44	>300	>300	156	67,33333
3	>300	>300	124	21	>300	98	123	140	127	78	124	56	>300	>300	123,6667	72,33333
4	0	0	8	3	0	0	50	3	0	0	2	152	0	0	20	52,66667
5	>300	162	120	0	>300	220	151	0	>300	178	160	0	>300	186,6667	143,6667	0
6	0	171	176	0	0	130	176	0	0	130	0	0	0	143,6667	117,3333	0
7	71	58	65	0	71	201	151	0	71	58	101	0	71	105,6667	105,6667	0
8	0	31	211	0	0	41	16	0	0	0	1	0	0	24	76	0

Waktu	Yeast extract 2,5%												Rata-rata <i>Yeast extract</i> 2,5% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam <i>serial dillution</i>															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6				
1	231	198	136	1	>300	156	189	6	282	37	240	2	256,5	117,5	188,3333	3
2	0	171	176	0	0	130	176	0	0	171	176	0	0	157,3333	176	0
3	0	192	172	0	0	172	153	0	0	0	192	0	0	121,3333	172,3333	0
4	0	108	156	0	0	120	156	0	0	13	156	0	0	80,33333	156	0
5	0	106	130	0	0	2	118	0	0	>300	84	0	0	0	110,6667	0
6	0	289	110	0	0	135	0	0	0	289	110	0	0	237,6667	73,33333	0
7	0	0	2	0	0	52	94	0	0	13	16	0	0	21,66667	37,33333	0
8	25	41	12	0	25	52	48	0	25	45	30	0	25	46	30	0

Lampiran 10. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Susu Skim 1,25% dan 2,5%

Waktu	Susu skim 1,25%												Rata-rata Susu skim 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	>300	>300	162	166	>300	0	161	186	>300	>300	162	132	>300	>300	161,6667	161,3333
2	>300	>300	308	18	>300	208	308	140	127	78	308	44	>300	>300	308	67,33333
3	>300	156	288	23	>300	168	154	140	127	78	308	44	>300	>300	250	69
4	>300	280	288	18	>300	200	196	140	127	78	200	44	>300	>300	228	67,33333
5	>300	>300	162	166	>300	0	161	186	>300	>300	162	132	>300	>300	161,6667	161,3333
6	0	>300	162	0	0	164	142	0	>300	>300	162	0	0	>300	155,3333	0
7	0	108	141	0	0	212	106	0	0	108	141	0	0	142,6667	129,3333	0
8	6	3	3	7	>300	>300	210	300	7	4	4	3	6,5	3,5	72,33333	103,3333

Waktu	Susu skim 2,5%												Rata-rata Susu skim 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	1	10	204	8	4	3	102	76	2	11	204	9	2,333333	8	204	31
2	87	0	196	44	87	0	45	144	87	0	196	101	87	0	196	96,33333
3	162	0	165	29	162	0	167	35	162	0	168	39	162	0	168	34,33333
4	0	21	152	0	0	56	228	0	0	21	152	0	0	32,66667	177,3333	0
5	0	0	126	44	0	0	146	126	0	0	160	78	0	0	144	82,66667
6	162	0	108	29	162	0	121	35	162	0	56	39	162	0	95	34,33333
7	0	0	16	20	0	0	51	33	0	0	65	32	0	0	44	28,33333
8	87	0	21	44	87	0	45	144	87	0	55	101	87	0	40,33333	96,33333

Lampiran 11. Tabel Pengamatan Pertumbuhan Aktivator Kompos pada Rumput Laut 1,25% dan 2,5%

Waktu	Rumput Laut 1,25%												Rata-Rata Rumput Laut 1,25% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	60	0	115	28	60	0	69	69	60	0	47	53	60	0	77	50
2	>300	>300	188	18	>300	98	189	140	127	78	188	44	>300	>300	188,3333	67,33333
3	25	0	159	2	25	0	154	57	25	0	165	0	25	0	159,3333	19,66667
4	0	13	5	0	0	15	0	0	0	13	5	0	0	14	5	0
5	0	0	160	1	0	0	120	158	0	0	95	0	0	0	125	53
6	0	0	111	12	0	0	17	74	0	0	0	89	0	0	42,66667	58,33333
7	>300	8	12	2	25	8	0	57	25	84	17	0	>300	0	9,66667	19,66667
8	60	0	115	28	60	0	69	69	60	0	47	53	60	0	77	50

Waktu	Rumput laut 2,5%												Rata-Rata Rumput laut 2,5% (CFU/mL)			
	Pengulangan															
	1				2				3							
	Jumlah Koloni dalam serial dillution															
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
1	58	210	43	37	13	5	2	2	13	210	43	37	28	141,66667	29,33333	25,33333
2	210	0	69	28	270	0	160	140	270	0	69	152	250	0	99,33333	106,6667
3	6	1	1	12	6	11	3	4	6	8	15	13	6	6,666667	6,33333	9,66667
4	0	142	99	102	0	63	130	205	0	>300	114	126	0	102,5	114,3333	144,3333
5	0	0	141	126	0	0		106	0	0	0	64	0	0	47	98,66667
6	0	13	76	0	0	43	46	0	0	13	76	0	0	28	66	0
7	0	84	24	0	0	25	64	0	0	84	24	0	0	54,5	37,33333	0
8	0	84	57	0	0	25	57	0	0	84	57,3	0	0	54,5	57,1	0

Lampiran 12. Tabel Rekapitulasi Jumlah sel CFU/mL Konsentrasi 1,25% dan 2,5%

Waktu	Jumlah konsorsium Konsentrasi 1,25%			
	Pepton	<i>Yeast extract</i>	Susu skim	Rumput Laut
1	15.800.000	10.500.000	16.100.000	7.700.000
2	28.000.000	20.800.000	30.800.000	18.800.000
3	26.000.000	15.600.000	25.000.000	15.900.000
4	15.800.000	12.400.000	22.800.000	14.000.000
5	12.900.000	14.300.000	16.130.000	12.500.000
6	9.600.000	11.700.000	16.200.000	12.000.000
7	8.700.000	10.500.000	12.900.000	9.600.000
8	5.300.000	7.600.000	7.200.000	7.700.000

Waktu	Jumlah konsorsium Konsentrasi 1,25%			
	pepton	<i>yeast extract</i>	susu skim	rumput laut
1	10.350.000	18.800.000	20.400.000	16.800.000
2	25.500.000	17.600.000	19.600.000	17.200.000
3	21.700.000	17.200.000	16.800.000	16.800.000
4	20.400.000	15.600.000	17.730.000	11.430.000
5	20.800.000	10.000.000	14.400.000	9.930.000
6	17.700.000	7.300.000	9.500.000	9.860.000
7	6.900.000	3.730.000	4.400.000	6.330.000
8	5.050.000	3.000.000	4.030.000	5.730.000

Lampiran 13. Tabel Kadar Protein Pepton dan *Yeast Extract*

Pepton 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,114	0,12	0,12	0,118	0,190845868	1	0,168	0,173	0,167	0,1693333	0,273869211
2	0,16	0,152	0,142	0,1513333	0,24475713	2	0,214	0,222	0,223	0,2196667	0,355275217
3	0,084	0,081	0,178	0,1143333	0,184915629	3	0,256	0,252	0,202	0,2366667	0,382769961
4	0,055	0,052	0,055	0,054	0,087336245	4	0,169	0,177	0,177	0,1743333	0,281955901
5	0,041	0,042	0,042	0,0416667	0,067389078	5	0,127	0,135	0,15	0,1373333	0,2221144
6	0,04	0,039	0,042	0,0403333	0,065232627	6	0,104	0,106	0,105	0,105	0,169820475
7	0,021	0,017	0,018	0,0186667	0,030190307	7	0,071	0,068	0,066	0,0683333	0,110518087
8	0,021	0,023	0,01	0,018	0,029112082	8	0,124	0,022	0,018	0,0546667	0,08841447

Yeast Extract 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,197	0,173	0,167	0,179	0,289503477	1	0,135	0,143	0,14	0,139333	0,22534908
2	0,212	0,203	0,186	0,200333	0,324006685	2	0,113	0,118	0,117	0,116	0,18761119
3	0,129	0,119	0,103	0,117	0,18922853	3	0,104	0,106	0,105	0,105	0,16982048
4	0,092	0,099	0,1	0,097	0,156881773	4	0,109	0,114	0,115	0,112667	0,18222007
5	0,067	0,07	0,072	0,069667	0,112674538	5	0,069	0,075	0,079	0,074333	0,12022211
6	0,055	0,052	0,05	0,052333	0,084640681	6	0,059	0,114	0,056	0,076333	0,12345679
7	0,04	0,042	0,039	0,040333	0,065232627	7	0,138	0,052	0,045	0,078333	0,12669147
8	0,04	0,042	0,039	0,040333	0,065232627	8	0,039	0,049	0,05	0,046	0,07439754

Lampiran 14. Tabel Kadar Protein Susu Skim dan Rumput Laut

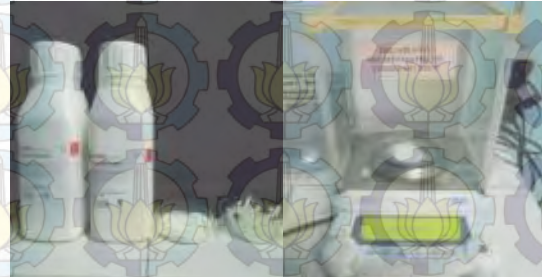
Susu Skim 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,066	0,056	0,051	0,0576667	0,093266483	1	0,063	0,142	0,141	0,1153333	0,186532967
2	0,12	0,115	0,107	0,114	0,184376516	2	0,201	0,187	0,204	0,1973333	0,319154671
3	0,047	0,048	0,044	0,0463333	0,074936654	3	0,104	0,102	0,106	0,104	0,168203138
4	0,042	0,045	0,049	0,0453333	0,073319316	4	0,107	0,104	0,099	0,1033333	0,167124912
5	0,066	0,056	0,051	0,0576667	0,093266483	5	0,077	0,068	0,072	0,0723333	0,116987439
6	0,644	0,645	0,0638	0,4509333	0,729311553	6	0,059	0,065	0,066	0,0633333	0,102431398
7	0,404	0,402	0,405	0,4036667	0,652865384	7	0,066	0,067	0,066	0,0663333	0,107283412
8	0,404	0,402	0,405	0,4036667	0,652865384	8	0,029	0,03	0,03	0,0296667	0,047981023

Rumput Laut 1,25% dan 2,5%											
Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein	Waktu	Absorbansi			Rata-Rata	Kadar Protein
	U1	U2	U3				U1	U2	U3		
1	0,072	0,078	0,059	0,0696667	0,112674538	1	0,072	0,078	0,075	0,075	0,12130034
2	0,063	0,061	0,061	0,0616667	0,099735835	2	0,06	0,166	0,168	0,1313333	0,212410373
3	0,036	0,038	0,036	0,0366667	0,059302388	3	0,081	0,082	0,078	0,0803333	0,129926142
4	0,08	0,078	0,078	0,0786667	0,127230578	4	0,11	0,098	0,097	0,1016667	0,164429349
5	0,08	0,078	0,078	0,0786667	0,127230578	5	0,11	0,098	0,097	0,1016667	0,164429349
6	0,063	0,066	0,069	0,066	0,106744299	6	0,066	0,064	0,071	0,067	0,108361637
7	0,061	0,055	0,055	0,057	0,092188258	7	0,087	0,089	0,089	0,0883333	0,142864844
8	0,056	0,056	0,053	0,055	0,088953582	8	0,042	0,001	0,042	0,0283333	0,045824573

Lampiran 15. Gambar Pembuatan Medium Variasi Sumber Nitrogen



Pembuatan minimal medium dan dimasukkan ke dalam botol uji



Penimbangan Bahan Variasi Sumber Nitrogen



Medium dihomogenkan

Lampiran 16. Pembuatan Konsorsium Aktivator Kompos



Preparasi Alat dan Bahan



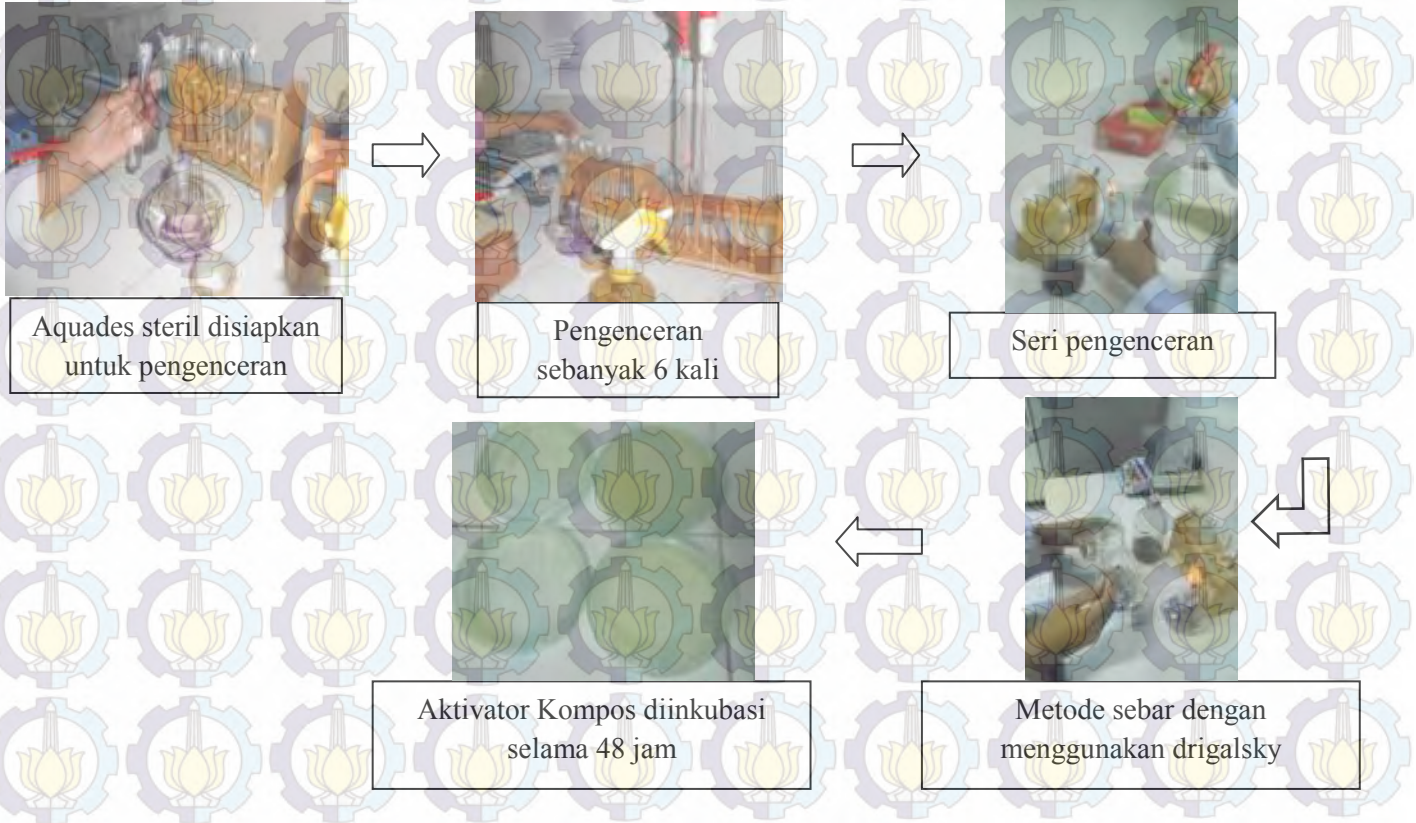
Media Kultur cair
Aktivator Kompos

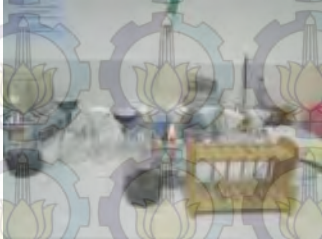


Kultur cair *Rhizobium* sp. dan *Aspergillus niger* dimasukkan medium

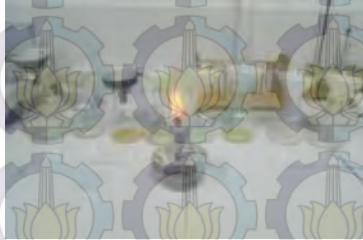


Aktivator Kompos dimasukkan ke dalam medium Variasi Sumber Nitrogen

Lampiran 17. Perhitungan Jumlah Konsoridium Metode TPC

Lampiran 18. Ekstraksi Protein

Pengambilan sampel
uji protein terlarut



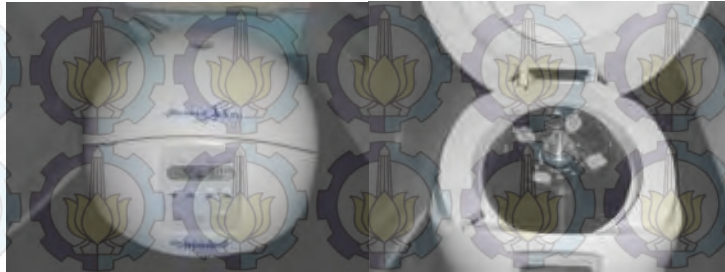
Penyaringan untuk
memisahkan sel dan protein
kasar



Pengambilan sampel
untuk sentrifugasi



Supernatan yang diuji
metode Bradford



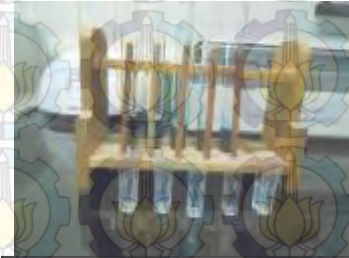
Proses sentrifugasi berlangsung

Lampiran 19. Pengukuran Kadar Protein (Uji Bradford)

Alat dan Bahan untuk uji
Bradford



Pengambilan sampel dan
reagen Bradford



Campuran reagen dan
sampel uji



Sampel uji dihomogenkan
dengan vortex



Supernatan yang diuji
metode Bradford

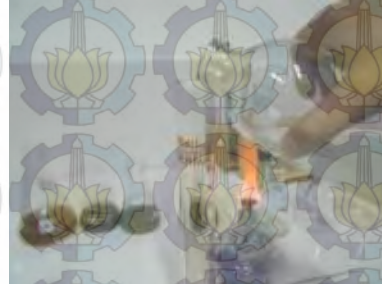


Pengukuran dengan
Spektrofotometer

Lampiran 20. Pembuatan Pupuk Kompos dan Pengukuran Suhu Kompos



Sampah dipotong dan diaduk



Preparasi aktivator kompos



Pencampuran sampah dan aktivaotor kompos



Pengukuran suhu



Kompos diinkubasi selama 10 hari

Lampiran 21. Pengukuran Rasio C/N

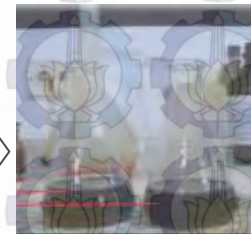
Persiapan alat dan bahan
pengukuran kadar C



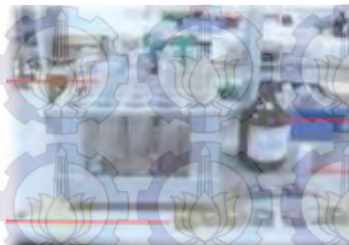
Sampel diencerkan
dengan akuades



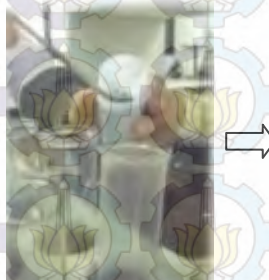
FeSO_4 ditambahkan
ke dalam campuran



Titrasi sampel
dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Proses destruksi sampel



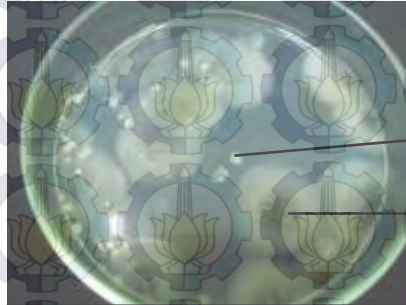
Penambahan
selenium dan H_2SO_4



Proses destilasi



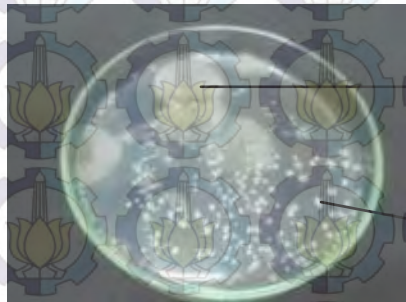
Proses titrasi dengan
 HCl

Lampiran 22. Perhitungan Total Plate Count 10^6 CFU/mL

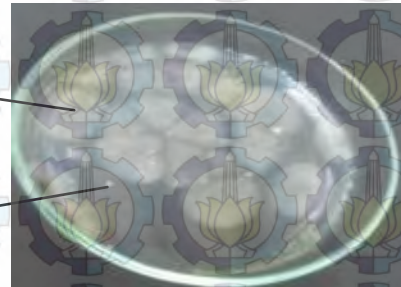
Hasil TPC medium pepton
1,25% total 13×10^6 CFU/mL



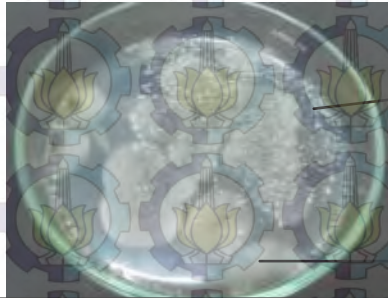
Hasil TPC medium pepton
2,5% total 25×10^6 CFU/mL



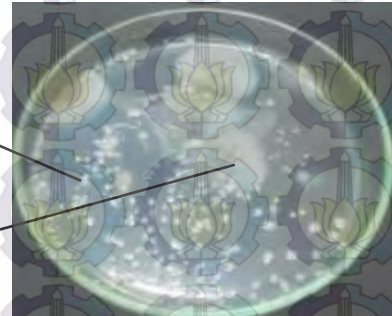
Hasil TPC medium *Yeast extract*
1,25% total 21×10^6 CFU/mL



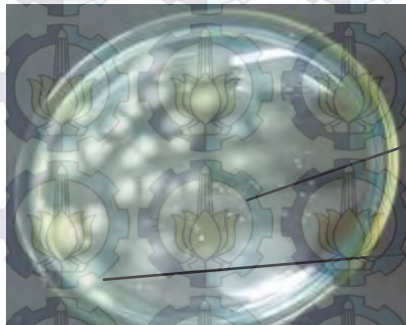
Hasil TPC medium *Yeast extract*
2,5% total 19×10^6 CFU/mL

Lampiran 23. Hasil Perhitungan *Total Plate Count* 10^6 CFU/mL

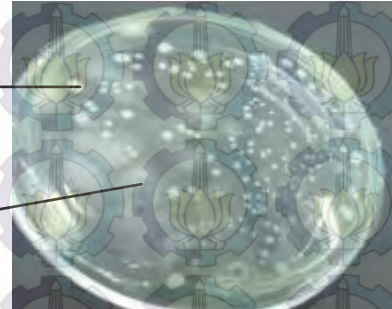
Hasil TPC medium susu skim
1,25% 31×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium susu skim 2,5% 20×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium rumput laut 1,25% 19×10^6 CFU/mL



Hasil TPC medium rumput laut 2,5% 17×10^6 CFU/mL

Lampiran 24. Pupuk Kompos Hari ke-3

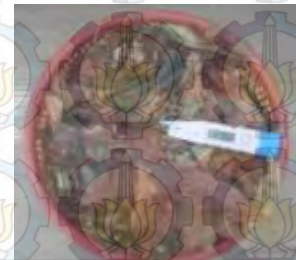
aktivator kompos pada
pepton 1,25%



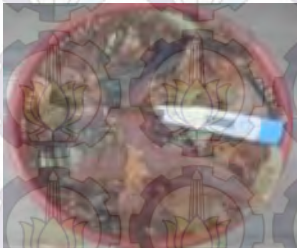
aktivator kompos pada
pepton 2,5%



aktivator kompos pada
yeast extract 1,25%



aktivator kompos pada
yeast extract 2,5%



aktivator kompos pada
susu skim 1,25%



aktivator kompos pada
susu skim 2,5%

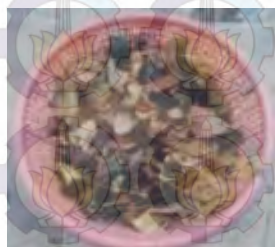


aktivator kompos pada
rumput laut 1,25%



aktivator kompos pada
rumput laut 2,5%

Lampiran 25. Hasil Kompos Selama 10 Hari



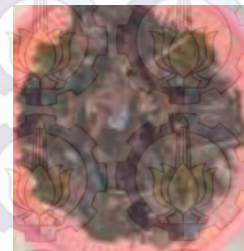
Kompos hari ke-1



Kompos hari ke-2



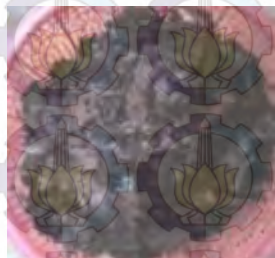
Kompos hari ke-3



Kompos hari ke-4



Kompos hari ke-5



Kompos hari ke-6



Kompos hari ke-7



Kompos hari ke-8



Kompos hari ke-9



Kompos hari ke-10

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 1 Agustus 1992 sebagai anak pertama, pasangan H. Sarbini dan Siti Astutik. Penulis lulus pada tahun 2011 dari SMA Negeri 2 Kediri dan diterima sebagai mahasiswa baru jurusan Biologi, ITS pada tahun 2012 melalui jalur tes tulis SNMPTN 2012. Penulis aktif dalam mengikuti berbagai kompetisi karya tulis ilmiah, *paper competition* baik tingkat regional, nasional, maupun internasional. Penulis juga telah menjuarai beberapa kompetisi tingkat nasional, lolos pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa oleh DIKTI, dan mempublikasikan beberapa *paper* pada konferensi tingkat internasional, meliputi *International Maritime and Technology Conference* 2014, *International Biology Conference* 2014, *International Conference and Advanced Student Technology* 2015. Penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan dan menjadi Kepala Divisi Bidang Riset dan Teknologi di Himpunan Mahasiswa Biologi ITS. Selain itu, penulis juga aktif sebagai *trainer* keilmiahan di bawah naungan Badan Eksekutif Mahasiswa pada Departemen Riset dan Teknologi BEM ITS 2015 serta menjadi pembicara dalam bidang keilmiahan riset dan teknologi. Penulis juga menjadi *team leader* dalam *Research and Development Team* (SR & DT) Batch 1 yang didanai oleh *German Academic Exchange Service* (DAAD) yang merupakan program kerjasama institusi pendidikan tinggi dan mitra bisnis di Jerman. Penulis juga menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi Umum di Jurusan Biologi. Penulis dapat dihubungi untuk keperluan penelitian di alamat email arida.barselia@gmail.com